

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

Rec'd PCT/PTO

24 MAR 2005

(19) 世界知的所有權機關  
國際事務局



(43) 國際公開日  
2004 年 4 月 8 日 (08.04.2004)

## PCT

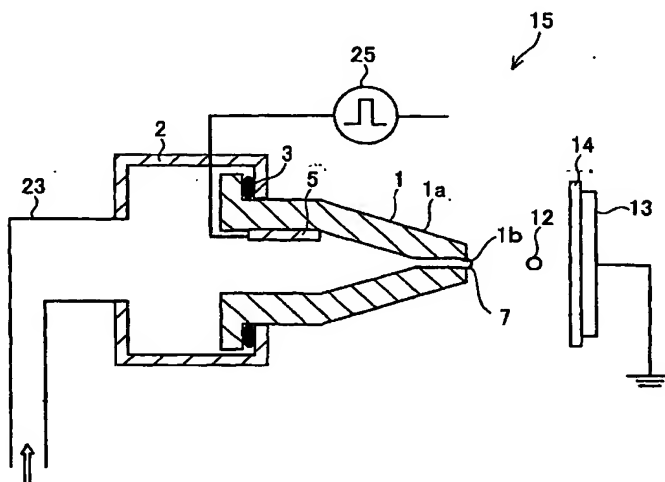
(10) 国際公開番号  
**WO 2004/030417 A1**

- |      |               |   |    |      |   |
|------|---------------|---|----|------|---|
| (51) | 国際特許分類7:      | H05B 33/10, 33/14, G02B 5/20, B05D 1/26, B41J 2/01, G02F 1/1339 |    | (71) | 出願人 (米国を除く全ての指定国について): シャープ株式会社 (SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒545-8522 大阪府 大阪市 阿倍野区長池町2-2-2 Osaka (JP). コニカミノルタホールディングス株式会社 (KONICA MINOLTA HOLDINGS, INC.) [JP/JP]; 〒100-0005 東京都 千代田区 丸の内一丁目6番1号 Tokyo (JP). 独立行政法人産業技術総合研究所 (NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY) [JP/JP]; 〒100-8921 東京都 千代田区 霞が関1-3-1 Tokyo (JP). |
| (21) | 国際出願番号:       | PCT/JP2003/012124   |    |      |   |
| (22) | 国際出願日:        | 2003年9月24日 (24.09.2003)   |    |      |   |
| (25) | 国際出願の言語:      | 日本語   |    |      |   |
| (26) | 国際公開の言語:      | 日本語   |    |      |   |
| (30) | 優先権データ:       |   |    | (72) | 発明者; および  |
|      | 特願2002-278217 | 2002年9月24日 (24.09.2002)   | JP | (75) | 発明者/出願人 (米国についてのみ): 田平 理雄 (TAHIRA, Toshio) [JP/JP]; 〒632-0004 奈良県 天理市 櫻本町2-6-13-966 Nara (JP). 西 泰  |
|      | 特願2002-278221 | 2002年9月24日 (24.09.2002)   | JP |      |   |
|      | 特願2002-281828 | 2002年9月26日 (26.09.2002)   | JP |      |   |

〔統葉有〕

**(54) Title:** METHOD AND APPARATUS FOR MANUFACTURING ACTIVE-MATRIX ORGANIC EL DISPLAY, ACTIVE-MATRIX ORGANIC EL DISPLAY, METHOD FOR MANUFACTURING LIQUID CRYSTAL ARRAY, LIQUID CRYSTAL ARRAY, METHOD AND APPARATUS FOR MANUFACTURING COLOR FILTER SUBSTRATE, AND COLOR FILTER SUBSTRATE

(54) 発明の名称: アクティブマトリクス型有機ＥＬ表示体の製造方法およびその装置およびアクティブマトリクス型有機ＥＬ表示体、並びに液晶アレイの製造方法および液晶アレイ、並びにカラーフィルタ基板の製造方法およびその装置およびカラーフィルタ基板



**(57) Abstract:** A method for manufacturing an active-matrix organic EL display in which an organic EL layer is formed through an inkjet system wherein a liquid containing a material for the organic EL layer is ejected as a droplet (12) from an ejection orifice of a nozzle. An electrostatic inkjet apparatus (15) having an ejection orifice (1b) whose diameter is smaller than that of the droplet (12) is used. The organic EL layer is formed by ejecting droplets from a nozzle of the inkjet apparatus (15), and the volume of one droplet is 1 pl or less. Consequently, a landed droplet becomes dry quickly and movement of the droplet after landing is suppressed. Therefore, an organic EL layer can be formed accurately at low cost.

(57) 要約: アクティブマトリックス型有機ＥＬ表示体の製造方法は、インクジェット方式により、有機ＥＬ層材料を含む液体をノズルの吐出孔から液滴（１２）として吐出し、有機ＥＬ層を形成する。吐

〔統葉有〕

WO 2004/030417 A1



男 (NISHI,Yasuo) [JP/JP]; 〒191-8511 東京都 日野市 さくら町 1 番地 Tokyo (JP). 村田 和広 (MURATA,Kazuhiro) [JP/JP]; 〒305-8568 茨城県 つくば市 梅園 1-1-1 独立行政法人産業技術総合研究所つくば中央第二事業所内 Ibaraki (JP). 横山 浩 (YOKOYAMA,Hiroshi) [JP/JP]; 〒305-8568 茨城県 つくば市 梅園 1-1-1 独立行政法人産業技術総合研究所つくば中央第二事業所内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人: 原 謙三, 外(HARA,Kenzo et al.); 〒530-0041 大阪府 大阪市 北区天神橋 2 丁目北 2 番 6 号 大和南森町ビル 原謙三国際特許事務所 Osaka (JP).

(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ,

NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

出孔 (1 b) の径が液滴 (1 2) の径よりも小さい静電吸引型のインクジェット装置 (1 5) を使用し、このインクジェット装置 (1 5) のノズルから 1 滴の量が 1 p l 以下の液滴を吐出して有機 E L 層を形成する。これにより、着弾した液滴が早く乾燥する構成とし、着弾後の液滴の移動を抑制し、正確かつ安価に有機 E L 層を形成できるようにする。

## 1

## 明 細 書

アクティブマトリクス型有機EL表示体の製造方法およびその装置およびアクティブマトリクス型有機EL表示体、並びに液晶アレイの製造方法および液晶アレイ、並びにカラーフィルタ基板の製造方法およびその装置およびカラーフィルタ基板

## 技術分野

本発明は、発光層である有機EL層を備えたアクティブマトリクス型有機EL表示体の製造方法およびその装置およびアクティブマトリクス型有機EL表示体、並びに液晶カラーテレビ、パーソナルコンピュータ等に使用される液晶アレイの製造方法であって、一対の基板間に設けられるスペーサをインクジェット法を利用して形成する液晶アレイの製造方法および液晶アレイ、並びにインクジェット方式による例えばカラー液晶表示装置等のカラーフィルタ基板の製造方法およびその装置およびカラーフィルタ基板に関するものである。

## 背景技術

近年、高度情報化に伴い、薄型、低消費電力、軽量の表示素子への要望が高まる中、低電圧駆動、高輝度な有機ELディスプレイが注目を集めている。特に、近年の研究開発によって、有機（高分子）系材料を用いた有機EL素子の発光効率の向上は著しく、有機ELディスプレイへの実用化が始まっている。

蛍光性有機分子を含む固体薄膜を電極で挟み電荷を印加すると陽極か

## 2

ら正孔（ホール）が、陰極から電子が注入され、これらのキャリアは印加電場により薄膜中を移動し再結合する。この再結合の際放出されたエネルギーは蛍光分子の一重項励起状態（分子励起子）の形成に消費され、この一重項励起子の基底状態への緩和にともなって放出される蛍光を利用した素子が有機EL素子である。

なお、カラーディスプレイでは、RGBの1セットのように複数の発光部のまとまりを1画素と呼ぶ場合があるが、本明細書では、個々の発光部をそれぞれ1画素と呼ぶ。

ここで、従来のアクティブマトリクス型の有機EL表示体（有機ELディスプレイ）について説明する。図36は、従来の有機EL素子の1画素の構成を示す縦断面図である。同図に示すように、有機EL素子は、少なくとも基板301、並びに基板301上に設けられた第1電極302、有機EL層303および第2電極304を備えている。

有機EL層303と第2電極304の側縁部には隔壁305が設けられていることが好ましい。また、コントラストの観点から、基板301における第1電極302側とは反対側の面には偏光板307が設けられていることが好ましい。また、信頼性の観点から、第2電極304上には、封止膜または封止基板306が設けられていることが好ましい。

ここで、有機EL層303は、有機発光層の単層構造、あるいは電荷輸送層（電子輸送層または正孔輸送層）と有機発光層との多層構造であってもよい。

従来より、有機ELディスプレイの製造における有機EL層の形成方法として、フォトリソ法が知られている。このフォトリソ法を用いた場合、ガラス基板上に酸化金属などからなるブラックマトリクス



(以下、BMと称する)を、フォトリソグラフィおよびエッチングによって形成した後、上記ガラス基板の全面に、所定の色の顔料を分散させた感光性樹脂をスピナーによってコーティングして乾燥させ、その後、この感光性樹脂を露光・現像して、所定の色の色画素パターンを得る。  
5 この工程を、3回、即ちR、G、B(赤、青、緑)の3色について繰り返し、有機ELパターンを形成する。

しかしながら、上記の方法では、先に形成した有機EL層が、後で形成する有機EL層でのフォトリソグラフィ工程で破損し易いという欠点がある。また、所望しない場所にも有機EL材料を塗布しなければならず、その分材料費が嵩むことになっていた。さらに、フォトリソグラフィ工程は生産設備が高価であるとともに、設計変更にフレキシブルに対応できないなど、生産コストの点で望ましくなかった。  
10

これに対して、日本国公開特許公報「特開平10-12377号公報」(公開日 1998年1月16日)には、インクジェット法により発光層をパターン化する手法が報告されている。これには、ガラス基板上の所定の位置にのみRGBのインクを印刷して色画素パターンを形成するという有機EL層の製造方法が開示されている。  
15

インクジェット法では、RGBの3原色の層を同時に形成することができ、フォトリソグラフィ工程の繰り返しによる有機EL素子の破壊を回避することができ、生産時間の短縮が可能である。また、色画素位置にのみインクを載せるので、フォトリソグラフィ法よりも顔料の使用量が少なくて済み、材料費を大幅に低減可能である。さらに、手間のかかる露光・現像工程がなく、現像装置が不要であるため、製造コストが低減可能である。その上、常温、常圧下での作業が可能となり、生産性の  
20

向上効果、生産設備の簡略化が期待される。

ところが、従来のインクジェット法による有機EL層の作製方法には、以下に述べる問題があった。

即ち、従来のインクジェット法においては、ノズルから吐出たされた液滴を乾燥させることについて十分に検討されておらず、液滴は基板へ着弾後にすぐには乾燥しない。したがって、所望の層厚の有機EL層を得るために、基板上においては乾燥前の液滴量が多くなる。この結果、乾燥に長時間を要し、乾燥する前に液滴が基板上を移動してしまい、有機EL層の形成精度が低下する。

この問題を解決するためには、まず、基板上面に親液領域と撥液領域とを形成し、液滴の着弾後の位置を拘束する方法が考えられる。このように、親液領域および撥液領域を形成する場合の有機EL層の形成方法を図37(a)～図37(c)により説明する。

まず、基板311の表面全体に親液処理を施す。その後、1画素のサイズを例えば $120\mu\text{m} \times 100\mu\text{m}$ とし、隣り合う画素間の線幅として、例えば $10\mu\text{m}$ の撥液領域313をフォトリソ工程により作製する。これにより、図37(a)に示すように、親液領域312と撥液領域313の領域分けができる。

次に、親液領域312に向かってインクの液滴314を吐出する。基板311上に着弾した液滴314は、撥液領域313には拡がらず、親液領域312に保持される。その後、液滴314の溶媒分が乾燥することにより、有機EL層が形成される。

しかしながら、この方法は次の問題点を有している。

例えば、有機EL層の所望の厚さが $0.05\mu\text{m}$ である場合において、

インク体積濃度が 0.1% である場合、1 弾の液滴サイズは  $105\text{ }\mu\text{m}$  となる。液滴 314 は基板 311 側に着弾した場合、その衝撃で液滴径の 1.5 倍に広がる。このため、図 37 (b) に示すように、着弾した液滴 314 の一部は、画素領域の外枠をなす撥液領域 313 を通り越して、隣

5 隣の画素の親液領域 312 に到達する。このように、着弾した液滴 314 の乾燥前に、液滴 314 の一部であるインクが他の親液領域 312 に移動してしまった場合、図 37 (c) に示すように、そのインクは元の画素（元の親液領域 312）内には戻らず、分離してしまうことになる。

10 そこで、このような問題を回避するために、1 弾の液滴径を小さくすることが考えられる。例えば、

$$(\text{画素幅 } 100\text{ }\mu\text{m}) + (\text{両側外枠 } 10\text{ }\mu\text{m} \times 2) = 120\text{ }\mu\text{m}$$

に対して、着弾直後の液滴 314（インク）の広がりが親液領域 312 の中に入るように液滴径を決定すると、ノズルから吐出される液滴 31

15 4 の径は、 $120 \div 1.5 = 80\text{ }\mu\text{m}$  となる。

この場合、1 弾の液滴 314 で形成される有機 EL 層の厚さは  $0.02\text{ }\mu\text{m}$  であり、所望の厚さの半分以下である。このため、2 弾以上の液滴 314 を同じ画素内に吐出しなければならない。しかしながら、2 弾目以降の液滴は、その前弾で形成された有機 EL 層上に着弾するので、

20 そこでは親液処理がなされておらず、液滴が所望の形状に広がらず、ムラが生じてしまう。また、前弾が乾燥する前に次弾を着弾させると、インクが隣の画素の親液領域 312 にまで広がってしまうので、前弾の液滴 314 が乾燥するまで、次弾の液滴の吐出を待たなければならない、生産性が悪い。また、親液領域、撥液領域形成のために、フォトリソグラ

フィ工程を行わなければならない、生産設備の簡略化というインクジェット装置の利点を有効に生かすことができない。

さらに、このような問題を解決するために、画素の周りに隔壁を形成して、インクの拡がりを遮る方法が考えられる。このような手法による  
5 有機EL層の形成方法を図38および図39により説明する。

有機ELディスプレイの基板311には、画素のコントラストを明瞭にするため、ブラックマトリクス（以下、BMと称する）が形成される。そこで、このBMを隔壁とし、有機EL材料を含んだ液滴314の拡がりを遮ることが提案されている（図38（a））。

10 しかしながら、上記の隔壁315を使用する方法では、図38（b）に示すように、乾燥後に形成される有機EL層316の厚みにムラが生じてしまう。この場合、有機EL層316は中央部で薄く、隔壁315に沿う部分で厚くなる。このような厚みムラは、有機ELの発色特性に大きく影響するので、避けなければならない。そこで、隔壁315に撥  
15 液処理を施し、隔壁315へのインクの付着を回避する方法が提案されている。しかしながら、この方法であっても中央部のくぼみは解消されない。

さらに、隔壁315を使用する方法には、次のような問題もある。  
有機EL層を所望の厚さに形成する場合、（1画素の面積×厚さ）分の  
20 体積の有機EL材料を、液滴314の中に溶解していなくてはならない。  
1例として、有機ELディスプレイにおける1画素あたりの基板311のサイズは、表示領域が $120\mu\text{m} \times 100\mu\text{m}$ であり、厚さが $0.05\mu\text{m}$ である。これを1弾の液滴で形成しようとする場合、仮に有機EL材料の体積濃度が0.1%であるとする、液滴径は $105\mu\text{m}$ と

なる。このため、BM（隔壁315）の高さを有機EL層の厚さの1000倍にしなくてはならない。これは、BM材料の無駄にとどまらず、有機EL表示装置全体の設計に影響する。

一方、上記の問題は、BMの高さを有機EL層の高さと同じにしたまま、液滴径を小さくしていただけでは解決されない。まず、図39（a）に示すように、隔壁315からあふれ出さない程度に液滴を小さくする場合、1弾の大きさを10 $\mu$ mにまで小さくしなければならない。しかしながら、液滴径が小さくなると、従来のインクジェット方式では、飛翔中に受ける空気抵抗の影響が大きくなり、飛翔速度が低下し、着弾精度が悪化する。また、図39（b）に示すように、先に着弾した液滴314の溶質分（先弾固化分317）が隔壁315内の底部に積層されるにつれ、隔壁315内の非充填部分の体積が減少するので、後から着弾する液滴が隔壁315からあふれ出してしまう。

これを解消するためには、最終弾を着弾させた時点で、それ以前に着弾させた液滴の溶媒分が蒸発しているように、十分に吐出間隔を大きくし、液滴314の濃度を高くすることが考えられる。しかしながら、液滴濃度を高くすると、インク粘度が大きくなり、従来のインクジェット方式では吐出できないなどの問題があった。またBM形成のため、フォトリソグラフィ工程を行なわなければならない、生産設備の簡略化というインクジェット方式の利点を有効に生かすことができない。

また、液晶アレイは、従来、例えば次のような製造方法により製造されている。まず、一對の透明なガラス基板の一方にTFT（Thin Film Transistor）のような液晶駆動用素子を形成し、さらに透明電極および配向膜を形成し、スペーサを塗布する。次に、こ

の一方の基板と、着色されたカラーフィルタ、透明電極および配向膜を形成した他方の基板とを貼り合わせる。その後、両基板間の上記スペーサにて形成された隙間に液晶を注入し封止する。

このような製造方法においては、上記のスペーサとして、通常数  $\mu\text{m}$  程度のシリカやプラスチック等からなる球状の粒子が散布される。

ところが、このような製造方法の場合、スペーサは液晶アレイの開口部（光の透過あるいは反射を制御する領域）にも配置されることになり、また、スペーサの配置される個数や位置にばらつきや偏りが生じる。このため、開口率の低下による表示品位の低下、あるいは表示のばらつきを招来していた。

そこで、開口率を低下させないように、カラーフィルタ基板のブラックマトリックス（BM）上に、インクジェット装置を使用してスペーサを配置・形成することが提案されている。

例えば、日本国公開特許公報「特開平 5 - 2 8 1 5 6 2 号公報」（公開日 1 9 9 3 年 1 0 月 2 9 日）には、スペーサ材を混入した液晶を、ヒーターで加熱し、同時に攪拌機で攪拌しながら、口径  $60\mu\text{m}$  の吐出口を持ったインクジェット装置により、液晶用基板に滴下する方法が述べられている。この方法では、加熱することにより、液晶の粘度を低下させ、インクジェットによる吐出を可能にしている。そして、液晶を滴下した時点でスペーサ材が均一に分散される。

また、日本国公開特許公報「特開 2 0 0 1 - 4 2 3 3 8 号公報」（公開日 2 0 0 1 年 2 月 1 6 日）には、一方の基板上にスペーサ形成素材をインクとしてインクジェット方式により塗布し、スペーサパターンを描画して硬化させ、スペーサを形成する方法が示されている。

しかしながら、従来のインクジェット装置を使用したスぺーサの形成方法は、次のような問題点を有している。

スぺーサ形成素材をインクジェット方式により塗布し、スぺーサパターンを描画して硬化させる場合、スぺーサ形成素材の濃度を高くすると、その粘度が高くなる。

バブルジェット方式やピエゾ方式を使用した通常のインクジェット方式では、吐出可能なものの粘度が通常2～20 cP程度のオーダーであり、これ以上の粘度のものを吐出することはできない。

また、ノズル付近を加熱して吐出するインクの粘度を低減する方法が提案されているものの、この方法では、スぺーサ材料として硬化性樹脂を用いる場合、ノズル内でスぺーサ形成素材が硬化してノズルが目詰まりを起こす恐れがある。

一方、ノズル付近を加熱せずにスぺーサ形成素材を吐出させるためには、スぺーサ形成素材の溶媒の量を多くし、その粘性を下げる必要がある。この場合にはスぺーサ形成素材の濃度が低下してしまう。例えば、従来例において、スぺーサ形成素材の組成は、共重合体10重量%、水80重量%、エチレングリコール10重量%であり、乾燥後は体積が数分の一になる。

このため、所定の厚みのスぺーサを得るには、吐出する液滴径を大きくする必要がある。この場合、形成されたスぺーサの形状は、例えば厚み5  $\mu\text{m}$ で直径が50  $\mu\text{m}$ といった扁平な形状となってしまう。この結果、スぺーサの存在によって開口率が低下する問題は解決することができない。また、濃度が低いことから、100℃15分後、200℃30分で焼成する必要がある、スぺーサの形成に長時間を要するという問題

点を招来する。

さらに、インク基板着弾時から溶媒乾燥までの間に、スペーサ材料を含んだ液滴が移動してしまい、所望する位置にスペーサを形成できなかった。

5       この問題について、ここでは、特に開口率を低下させないため、BM上にスペーサを形成する場合を考える。

一例として、BMの幅が $10\mu\text{m}$ に対し、必要なスペーサ厚さが $5\mu\text{m}$ で、スペーサ形成素材（インク）の濃度を50%まで高めることができた場合を考える。BM表面に撥液処理が施されており、液滴は着弾後  
10       に拡がらず、液滴径の1.5倍程度の径の面積で保持されると仮定する。

この場合、液滴は $\phi 6.7\mu\text{m}$ の大きさまで大きくすることができる。しかしながら、溶媒分が乾燥した後に残るスペーサ材料の厚さは、 $1\mu\text{m}$ となり、目標の厚さに達しない。このため、重ね打ちをし、スペーサ材料を積層させなければならない。この場合、先弾の液滴の溶媒分が  
15       完全に乾燥した後に次弾を吐出しなければ液滴が拡がってしまう。この結果、連続して吐出間隔（吐出動作の時間間隔）が長くなり、作業効率が悪化する。

このため、さらに高濃度のスペーサ形成素材（インク）を使用することが必要なり、そのような高濃度のスペーサ形成素材（インク）の液滴  
20       を吐出可能とする構成が求められる。

このような問題に対し、日本国公開特許公報「特開2000-246887号公報」（公開日 2000年9月12日）には、次のような技術が開示されている。即ち、下部に $50\mu\text{m} \sim 1\text{mm}$ 径の円形または多



角形のオリフィスを有し、 $100\text{ cps} \sim 1,000,000\text{ cps}$ の高粘度物質が充填された容器の一部または全体に電極を配置し、前記オリフィスから高粘度物質のメニスカスを張り出させて形成した状態で、前記電極に電圧を印加して高粘度物質を引き出し、その一部を分離切断することにより、媒体上に付着させることを特徴とする高粘度物質用ディスペンサーの吐出方法が示されている。

この技術は電圧の印加により、ノズルからメニスカスが円錐状に形成されることを利用している。この場合には、パルス振幅が大きいほど、メニスカスの円錐が高く形成されるので、メニスカス先端側の基板に接触する体積が大きくなり、ドット径を大きくできる。

しかしながら、上記従来の方法では、所望するドット径が小さい場合、メニスカス円錐の先端部のみが基板側に接触するようにコントロールしなければならない。特に、スぺーサ形成素材（インク）を積層させてスぺーサを形成していく場合には、スぺーサが積層されるに連れてノズルと記録側部材との距離が小さく変化していく。このため、ドット径のコントロールが非常に困難となる。また、インクの塗布量を安定させようとする場合には、円錐メニスカスの先端ではなく中央付近までが基板と衝突するように、パルスを大きくする必要がある。このため、液滴径は最低でもノズル径の $1/2$ 以上になる。

このような状態でドット径を小さくしようとするれば、ノズル径を小さくする必要がある。しかしながら、この場合には同時にノズルー基板間の距離を短くしなければならず、結果として、基板の厚みムラやうねりなどによるノズルー基板間距離の誤差の影響が大きくなり、安定な吐出が困難となる。

## 1 2

また、近年、高度情報化に伴い、薄型、低消費電力、軽量の表示素子への要望が高まる中、低電圧駆動、高輝度な液晶ディスプレイが実用化されている。

このうち、カラー液晶ディスプレイは、T F Tに接続された透明電極（I T O膜）によって、液晶の配列をコントロールすることにより、バックライトから発せられた光の通過量を制御する。このカラー液晶ディスプレイでは、光がカラーフィルタを通過することにより発色する。

なお、カラーディスプレイでは、R G Bの1セットのように複数のカラーフィルタ部のまとまりを1画素と呼ぶ場合があるが、ここでは、個々のカラーフィルタ部に対して1画素と呼ぶ。

従来より、カラーフィルタ基板の製造方法の1つとして、スピncóóト法が知られている。このスピncóóト法は、ガラス基板上にクロム等のメタルからなるブラックマトリックス（以下、B Mと称する）を、フォトリソグラフィおよびエッチングによって形成した後、上記ガラス基板の全面に、所定の色の顔料を分散させた感光性樹脂をスピnnóóによってコーティングして乾燥させ、その後、この感光性樹脂を露光・現像して、所定の色の色画素パターンを得る。この工程を、3回、即ちR、G、B（赤、青、緑）の3色について繰り返して、カラーフィルタパターンを形成する。

しかしながら、上記の方法では、所望しない箇所にもカラーフィルタ材料を塗布しなければならない、材料費が嵩んでいた。さらに、フォトリソグラフィ工程は生産設備が高価であるとともに、また設計変更に対応できないなど、生産コストの面で望ましくなかった。

これに対して、日本国公開特許公報「特開昭59-75205号公報

」（公開日 1984年4月27日）には、インクジェット法によるカラーフィルタのパターン化の手法が開示されている。その技術は、ガラス基板上の所定の位置のみにRGBのインクを印刷して色画素パターンを形成するという、カラーフィルタ基板の製造方法に関するものである

5。

上記のインクジェット法では、RGBの3原色の各層を同時に形成することができ、生産時間の短縮が可能である。また、色画素位置にのみインクを乗せるので、上記スピコート法より顔料の使用量が少なくて済み、材料費を大幅に低減可能である。さらに、手間のかかる露光・現像工程がなく、現像装置が不要であるため、製造コストが低減可能である。その上、常温、常圧下での作業が可能となり、生産性の向上効果、生産設備の簡略化が期待される。

また、上記の特開昭59-75205号公報の方法では、ヌレ性の悪い物質にて拡散防止パターンを形成した基板上に、インクジェット方式にて顔料を含んだインクを塗布し、カラーフィルタを形成している。

ところが、従来のインクジェット法によるカラーフィルタの製造方法には、以下に述べる問題があった。

即ち、従来のインクジェット法においては、ノズルから吐出たされた液滴を乾燥させることについて十分に検討されておらず、液滴は基板へ着弾後にすぐには乾燥しない。したがって、所望の層厚のカラーフィルタ層を得るために、基板上においては乾燥前の液滴量が多くなる。この結果、乾燥に長時間を要し、乾燥する前に液滴が基板上を移動してしまい、カラーフィルタの形成精度が低下する。

この問題を解決するためには、まず、基板上面に親液領域と撥液領域

## 1 4

とを形成し、液滴の着弾後の位置を拘束する方法が考えられる。このように、親液領域および撥液領域を形成する場合のカラーフィルタの形成方法を前記の図 3 7 (a) ~ 図 3 7 (c) により説明する。

まず、基板 3 1 1 の表面全体に親液処理を施す。その後、1 画素のサイズを例えば  $300\ \mu\text{m} \times 100\ \mu\text{m}$  とし、隣り合う画素間の線幅として、例えば  $10\ \mu\text{m}$  の撥液領域 3 1 3 をフォトリソグラフィ工程により作製する。これにより、図 3 7 (a) に示すように、親液領域 3 1 2 と撥液領域 3 1 3 の領域分けができる。

次に、親液領域 3 1 2 に向かってインクの液滴 3 1 4 を吐出する。基板 3 1 1 上に着弾した液滴 3 1 4 は、撥液領域 3 1 3 には拡がらず、親液領域 3 1 2 に保持される。その後、液滴 3 1 4 の溶媒分が乾燥することにより、カラーフィルタ層が形成される。

しかしながら、この方法は次の問題点を有している。

例えば、カラーフィルタ層の所望の厚さが  $1\ \mu\text{m}$  である場合において、インク体積濃度が 5 % である場合、1 弾の液滴サイズは  $105\ \mu\text{m}$  となる。液滴 3 1 4 は基板 3 1 1 側に着弾した場合、その衝撃で液滴径の 1.5 倍に拡がる。このため、図 3 7 (b) に示すように、着弾した液滴 3 1 4 の一部は、画素領域の外枠をなす撥液領域 3 1 3 を通り越して、隣の画素の親液領域 3 1 2 に到達する。このように、着弾した液滴 3 1 4 の乾燥前に、液滴 3 1 4 の一部であるインクが他の親液領域 3 1 2 に移動してしまった場合、図 3 7 (c) に示すように、そのインクは元の画素 (元の親液領域 3 1 2) 内には戻らず、分離してしまうことになる。

そこで、このような問題を回避するために、1 弾の液滴径を小さくす

ることが考えられる。例えば、

$$(\text{画素幅 } 100 \mu\text{m}) + (\text{両側外枠 } 10 \mu\text{m} \times 2) = 120 \mu\text{m}$$

に対して、着弾直後の液滴 314（インク）の拡がりが親液領域 312  
の中に入るように液滴径を決定すると、ノズルから吐出される液滴 31  
5 4 の径は、 $120 \div 1.5 = 80 \mu\text{m}$ となる。

この場合、1弾の液滴 314で形成されるカラーフィルタ層の厚さは  
0.45  $\mu\text{m}$ であり、所望の厚さの半分以下である。このため、2弾以  
上の液滴 314を同じ画素内に吐出しなければならない。しかしながら  
、2弾目以降の液滴は、その前弾で形成されたカラーフィルタ層上に着  
10 弾するので、そこでは親液処理がなされておらず、液滴が所望する形状  
に拡がらず、ムラが生じてしまう。また、前弾が乾燥する前に次弾を着  
弾させると、インクが隣の画素の親液領域にまで拡がってしまうので、  
前弾の液滴 121が乾燥するまで、次弾の液滴の吐出を待たなければな  
らず、生産性が悪い。また、親液領域、撥液領域形成のため、フォトリ  
15 ソグラフィ工程を行なわなければならない、生産設備の簡略化というイン  
クジェット装置の利点を有効に生かすことができない。

さらに、このような問題を解決するために、画素の周りに隔壁を形成  
して、インクの拡がりを遮る方法が考えられる。このような手法による  
カラーフィルタ層の形成方法を前記の図38および図39により説明す  
20 る。

液晶素子のカラーフィルタ基板1には、画素のコントラストを明瞭に  
するため、ブラックマトリクス（以下、BMと称する）が形成される。  
そこで、このBMを隔壁315とし、カラーフィルタ材料を含んだ液滴  
314の拡がりを遮ることが提案されている（図38（a））。

しかしながら、上記の隔壁 315 を使用する方法では、図 38 (b) に示すように、乾燥後に形成されるカラーフィルタ層 316 の厚みにムラが生じてしまう。この場合、カラーフィルタ層 316 は中央部で薄く、隔壁 315 に沿う部分で厚くなる。このような厚みムラは、カラーフィルタ層 316 の発色特性に大きく影響するので、避けなければならない。そこで、隔壁 315 に撥液処理を施し、隔壁 315 へのインクの付着を回避する方法が提案されている。しかしながら、この方法であっても中央部のくぼみは解消されない。

さらに、隔壁 315 を使用する方法には、次のような問題もある。

カラーフィルタ層を所望の厚さに形成する場合、(1画素の面積×厚さ)分の体積のカラーフィルタ材料を、液滴 314 の中に溶解していなくてはならない。1例として、カラーフィルタ基板 311 のカラーフィルタ層における1画素あたりのサイズは、表示領域が  $300\mu\text{m} \times 100\mu\text{m}$  であり、厚さが  $1\mu\text{m}$  である。これを1弾の液滴で形成しようとする場合、仮にカラーフィルタ材料の体積濃度が5%であるとする、液滴径は  $105\mu\text{m}$  となる。このため、BM (隔壁 315) の高さをカラーフィルタ層の厚さの20倍にしなくてはならない。これは、BM材料の無駄にとどまらず、液晶素子全体の設計に影響する。

一方、上記の問題は、BMの高さをカラーフィルタ層の高さと同じにしたまま、液滴径を小さくしていただけでは解決されない。まず、図 39 (a) に示すように、隔壁 315 からあふれ出さない程度に液滴を小さくする場合、1弾の大きさを  $20\mu\text{m}$  にまで小さくしなければならない。しかしながら、液滴径が小さくなると、従来のインクジェット方式では、飛翔中に受ける空気抵抗の影響が大きくなり、飛翔速度が低下

し、着弾精度が悪化する。また、図39(b)に示すように、先に着弾した液滴314の溶質分(先弾固化分317)が隔壁315内の底部に積層されるにつれ、隔壁315内の非充填部分の体積が減少するので、後から着弾する液滴が隔壁315からあふれ出してしまう。

- 5       これを解消するためには、最終弾を着弾させた時点で、それ以前に着弾させた液滴の溶媒分が蒸発しているように、十分に吐出間隔を大きくし、液滴314の濃度を大きくすることが考えられる。しかしながら、液滴濃度を大きくすると、インク粘度が大きくなり、従来のインクジェット方式では吐出できないなどの問題があった。またBM形成のため、
- 10       フォトリソグラフィ工程を行わなければならない、生産設備の簡略化というインクジェット方式の利点を有効に生かすことができない。

(特許文献1)

特開平10-12377号公報(公開日 1998年01月16日)

(特許文献2)

- 15       特開平8-238774号公報(公開日 1996年09月17日)

(特許文献3)

特開2000-127410号公報(公開日 2000年05月05日)

(特許文献4)

特開平5-281562号公報(公開日 1993年10月29日)

- 20       (特許文献5)

特開2001-42338号公報(公開日 2001年02月16日)

(特許文献6)

特開2000-246887号公報(公開日 2000年09月12日)

(特許文献7)

特開昭 59-75205 号公報（公開日 1984年04月27日）

したがって、本発明は、着弾後の液滴の乾燥速度を考慮した構成により、正確な位置に有機EL層を形成することができ、かつインクジェット方式における利点を生かし、特に画素領域の周りの隔壁や撥液領域および親液領域等を設けることなく有機EL層を形成することができるアクティブマトリクス型有機EL表示体の製造方法およびアクティブマトリクス型有機EL表示体の提供を目的としている。

また、本発明は、上記従来の問題点を解決するためになされたものであって、画素毎に開口部を有したTFT基板またはカラーフィルタ基板等の基板上における開口部と開口部との境界部等に対して正確にスペーサを塗布・形成することを可能とするなどの構成により、スペーサの存在によって開口率が低減されることがなく、所望の厚み（高さ）のスペーサを容易に得ることができる液晶アレイの製造方法および液晶アレイの提供を目的としている。

さらに、本発明は、着弾後の液滴の乾燥速度を考慮した構成により、正確な位置にカラーフィルタを形成することができ、かつインクジェット方式における利点を生かし、特に画素領域の周りの隔壁や撥液領域および親液領域等を設けることなくカラーフィルタを形成することができるカラーフィルタ基板の製造方法およびカラーフィルタ基板の提供を目的としている。

## 発明の開示

本願本発明者は、ノズルから吐出された液滴の着弾後から乾燥前の液滴の移動量を抑制でき、厚みの厚い有機EL層を正確かつ容易に形成す



る手法を鋭意研究した。その過程で、有機EL層材料を含む液体（インク）の液滴径と液体（インク）濃度などのパラメータの組み合わせにより、着弾後瞬時に液滴（インク）が乾燥する領域があることを予測した。さらに、その条件での吐出を可能とするインクジェット方式を見いだした。

そして、そのようなインクジェット方式にて液滴の吐出を行なうことにより、液滴の着弾後に瞬時に液滴が乾燥して液滴の拡がりを回避し、連続的な液滴付与による有機EL層の形成を可能にした。

本発明のアクティブマトリクス型有機EL表示体の製造方法は、インクジェット方式により、有機EL層材料を含む液体をノズルの吐出孔から液滴として吐出し、有機EL層を形成するアクティブマトリクス型有機EL表示体の製造方法において、前記吐出孔の径が前記液滴の径よりも小さい静電吸引型インクジェット装置を使用し、このインクジェット装置のノズルから1滴の量が1 p l以下の液滴を吐出することを特徴としている。

また、本発明のアクティブマトリクス型有機EL表示体の製造装置は、インクジェット方式により、有機EL層材料を含む液体をノズルの吐出孔から液滴として吐出し、有機EL層を形成するアクティブマトリクス型有機EL表示体の製造装置において、前記吐出孔の径が前記液滴の径よりも小さいノズルを使用し、静電吸引型のインクジェット方式により、前記ノズルから1滴の量が1 p l以下の液滴を吐出することを特徴としている。

上記の構成によれば、ノズルから吐出される液滴の1滴の量が1 p l以下であるので、液滴は基板上の有機EL層形成領域に着弾後瞬時に乾

燥する。したがって、液滴は基板上に着弾後に移動し難く、正確な位置に有機EL層を形成することができる。この点は、複数の液滴を吐出し、それらを積層して所望の厚みを有する1個の有機EL層を形成する場合も同様であり、後に着弾した液滴が先に着弾した液滴に影響されて移動するといった事態を回避可能である。

これにより、本発明の製造方法によれば、インクジェット方式における利点を生かし、特に有機EL層形成領域（画素領域）の周りに隔壁を形成することや撥液領域および親液領域等を設けることなく、容易かつ低コストに有機EL層を形成することができる。

また、ノズルの吐出孔の径が液滴の径よりも小さい静電吸引型インクジェット装置を使用しているので、静電吸引用の電界を生じさせる印加電圧を低い値に抑制しながら、1 p l 以下の微小な液滴の吐出が可能となる。また、液滴を吐出する際に、液滴に電荷が集中しやすく、液滴周囲の電界強度の変動が小さくなるので、安定した吐出が可能となる。この結果、高周波数での吐出駆動を行ないながら、連続的な液滴の吐出が可能となり、生産効率が向上する。

なお、ノズル径を13  $\mu$  m以下とするならば、液適量を1 p l 以下とすることができる。また、有機EL表示体の製造において、液滴を塗布したあとの有機EL層の濃度は所定値以上が必要とされるため、本発明のように微小液滴を用いる場合には、同一の有機EL層形成領域に対して、液滴の吐出を複数回行なう。

上記のアクティブマトリクス型有機EL表示体の製造方法は、前記液体として、体積濃度が、同一の有機EL層形成領域に重ね打ちされた前記液滴により形成される積層数から求まる値のものを使用する構成とし

てもよい。

吐出する液滴が小さくなれば、1弾の液滴によって形成される有機EL層の厚さが薄くなるので、所望の厚さを得るためには複数弾の液滴による層を積層する必要がある。この場合、積層数が増加すれば、その分、作業時間が増加する。そこで、体積濃度が、同一の有機EL層形成領域に重ね打ちされた液滴により形成される積層数から求まる値の液体（インク）を使用し、積層数に応じて液体の体積濃度を調整する。この場合、液体の体積濃度を高く設定すれば、上記の積層数が減少するので、液滴の吐出回数が減少し、生産効率の向上が可能となる。

また、本発明のアクティブマトリクス型有機EL表示体の製造方法は、インクジェット方式により、ノズルの吐出孔から有機EL層材料を含む液体を液滴として吐出し、有機EL層を形成するアクティブマトリクス型有機EL表示体の製造方法において、ノズルから1滴の量が1 p l以下の液滴を吐出する静電吸引型インクジェット装置を使用し、同一の有機EL層形成領域に重ね打ちされた前記液滴により形成される積層数を $\alpha$ 、液滴径に対する、有機EL層形成領域に着弾した液滴の着弾径の比から求まる値を $\beta$ 、液滴径をD、形成する有機EL層の厚さをtとしたときに、前記液体として、体積濃度 $\eta$ （%）が略 $\beta \times t / (\alpha \times D)$ となるものを使用することを特徴としている。

また、本発明のアクティブマトリクス型有機EL表示体の製造装置は、インクジェット方式により、ノズルの吐出孔から有機EL層材料を含む液体を液滴として吐出し、有機EL層を形成するアクティブマトリクス型有機EL表示体の製造装置において、静電吸引型のインクジェット方式により、前記ノズルから1滴の量が1 p l以下の前記液滴を吐出

## 2 2

させるとともに、同一の有機 E L 層形成領域に重ね打ちされた前記液滴により形成される積層数を  $\alpha$ 、液滴径に対する、有機 E L 層形成領域に着弾した液滴の着弾径の比から求まる値を  $\beta$ 、液滴径を  $D$ 、形成する有

5 機 E L 層の厚さを  $t$  としたときに、前記液体として、体積濃度  $\eta$  (%) が略  $\beta \times t / (\alpha \times D)$  となるものを使用することを特徴としている。

上記の構成によれば、ノズルから吐出される液滴の 1 滴の量が 1 p l 以下であるので、液滴は基板上の有機 E L 層形成領域に着弾後瞬時に乾燥する。したがって、液滴は基板上に着弾後に移動し難く、正確な位置に有機 E L 層を形成することができる。この点は、複数の液滴を吐出し、  
10 それらを積層して所望の厚みを有する 1 個の有機 E L 層を形成する場合も同様であり、後に着弾した液滴が先に着弾した液滴に影響されて移動するといった事態を回避可能である。

これにより、本発明の製造方法によれば、インクジェット方式における利点を生かし、特に有機 E L 層形成領域（画素領域）の周りに隔壁を  
15 形成することや撥液領域および親液領域等を設けることなく、容易かつ低コストに有機 E L 層を形成することができる。

また、吐出する液滴が小さくなれば、1 弾の液滴によって形成される有機 E L 層の厚さが薄くなるので、所望の厚さを得るためには複数弾の液滴による層を積層する必要がある。この場合、積層数が増加すれば、  
20 その分、作業時間が増加する。そこで、液体（インク）の体積濃度を上記の式を満たすようにして高濃度に設定すれば、上記の積層数が減少するので、液滴の吐出回数が減少し、生産効率の向上が可能となる。なお、上記略の範囲は液滴量のバラツキを考慮して、例えば  $\pm 10\%$  としてもよい。

## 23

上記のアクティブマトリクス型有機EL表示体の製造方法は、静電吸引型インクジェット装置として、前記吐出孔の径が前記液滴の径よりも小さいものを使用する構成としてもよい。

5 上記の構成によれば、静電吸引用の電界を生じさせる印加電圧を低い値に抑制しながら、1 p l 以下の微小な液滴の吐出が可能となる。また、液滴を吐出する際に、液滴に電荷が集中しやすく、液滴周囲の電界強度の変動が小さくなるので、安定した吐出が可能となる。この結果、高周波数での吐出駆動を行ないながら、連続的な液滴の吐出が可能となり、生産効率が向上する。

10 上記のアクティブマトリクス型有機EL表示体の製造方法は、前記液体として、粘度が20 c P以上のものを使用する構成としてもよい。

上記の構成によれば、液体（インク）として粘度が20 c P以上の高粘度のインクを用いることにより、複数弾の液滴による積層数が減少するので、液滴の吐出回数が減少し、生産効率の向上が可能となる。

15 上記のアクティブマトリクス型有機EL表示体の製造方法において、前記有機EL層は有機発光層を含んでいる構成としてもよい。

上記のアクティブマトリクス型有機EL表示体の製造方法において、前記有機EL層は電荷輸送層を含んでいる構成としてもよい。

20 本発明のアクティブマトリクス型有機EL表示体は、上記の何れかのアクティブマトリックス型有機EL表示体の製造方法により製造されたものである。

本発明の液晶アレイの製造方法は、対向配置された一对の基板の少なくとも一方に開口部を有し、これら両基板間に液晶充填用の隙間を形成するスペーサが設けられ、インクジェット方式によりノズルの吐出孔か

## 24

らスペーサ材料の液滴を吐出し、それを硬化させることにより前記スペーサを形成する液晶アレイの製造方法において、前記吐出孔の径が前記液滴の径よりも小さい静電吸引型インクジェット装置を使用し、このインクジェット装置のノズルから1滴の量が1 p l以下の液滴を吐出することを特徴としている。

なお、上記開口部は、表示部の光の透過あるいは反射を制御する領域のことである。

上記の構成によれば、ノズルから吐出される液滴の1滴の量が1 p l以下であるので、液滴は基板上のスペーサ形成面に着弾後瞬時に乾燥する。したがって、液滴は基板上に着弾後に移動し難く、正確な位置にスペーサを形成することができる。この点は、複数の液滴を吐出し、それらを積層して所望の厚みを有する1個のスペーサを形成する場合も同様であり、後に着弾した液滴が先に着弾した液滴に影響されて移動するといった事態を回避可能である。

これにより、本発明の製造方法によれば、インクジェット方式における利点を生かし、液晶アレイの開口率を低下させることなく、所望の厚さのスペーサを容易かつ低コストに形成することができる。

また、ノズルの吐出孔の径が液滴の径よりも小さい静電吸引型インクジェット装置を使用しているので、静電吸引用の電界を生じさせる印加電圧を低い値に抑制しながら、1 p l以下の微小な液滴の吐出が可能となる。また、液滴を吐出する際に、液滴に電荷が集中しやすく、液滴周囲の電界強度の変動が小さくなるので、安定した吐出が可能となる。この結果、高周波数での吐出駆動を行ないながら、連続的な液滴の吐出が可能となり、生産効率が向上する。

なお、ノズル径を  $13\ \mu\text{m}$  以下とするならば、液適量を  $1\ \text{p l}$  以下とすることができる。また、スペーサの厚さは所定値以上が必要とされるため、本発明のように微小液滴を用いる場合には、同一のスペーサ形成個所に対して、液滴の吐出を複数回行う。

5        また、本発明の液晶アレイの製造方法は、対向配置された一对の基板の少なくとも一方に開口部を有し、これら両基板間に液晶充填用の隙間を形成するスペーサが設けられ、インクジェット方式によりノズルの吐出孔からスペーサ材料を吐出し、それを硬化させることにより前記スペーサを形成する液晶アレイの製造方法において、前記ノズルの先端部を  
10        基板のスペーサ形成面に接触させ、この状態で、前記スペーサ材料を凝縮させるために、ノズルに設けられた電極に電圧を印加し、この電圧印加状態を維持しながら、前記ノズルから連続的に前記スペーサ材料を吐出させるとともに、前記ノズルと前記基板との位置を離していき、前記基板に柱状のスペーサを形成することを特徴としている。

15        上記の構成によれば、インクジェット方式における利点を生かし、液晶アレイの開口率を低下させることなく、所望の厚さのスペーサを容易かつ低コストに形成することができる。

      上記の液晶アレイの製造方法は、前記ノズルの吐出孔の径が  $8\ \mu\text{m}$  以下である構成としてもよい。これにより、スペーサの形成をさらに安定  
20        して行うことができる。

      本発明の液晶アレイの製造方法は、対向配置された一对の基板の少なくとも一方に開口部を有し、これら両基板間に液晶充填用の隙間を形成するスペーサが設けられている液晶アレイの製造方法において、ノズルの吐出孔の径が吐出する液滴の径よりも小さい静電吸引型インクジェッ

ト装置を使用し、このインクジェット装置のノズルから、固体スペーサを含む液体を、1滴の量が1 p 1以下の液滴としてスペーサ形成面に吐出し、前記スペーサを形成することを特徴としている。

上記の構成によれば、ノズルから吐出される液滴の1滴の量が1 p 1以下であるので、液滴、即ち溶媒は基板上のスペーサ形成面に着弾後瞬時に乾燥する。したがって、液滴に含まれている固体スペーサは、スペーサ形成面に着弾後に移動し難く、正確な位置にスペーサを形成することができる。これにより、液晶アレイの開口率の低下を回避できる。また、溶媒が着弾後瞬時に乾燥するため、基板に残った溶媒が配向膜などに悪影響を及ぼすことがない。

また、ノズルの吐出孔の径が液滴の径よりも小さい静電吸引型インクジェット装置を使用しているので、静電吸引用の電界を生じさせる印加電圧を低い値に抑制しながら、1 p 1以下の微小な液滴の吐出が可能となる。また、液滴を吐出する際に、液滴に電荷が集中しやすく、液滴周囲の電界強度の変動が小さくなるので、安定した吐出が可能となる。この結果、スペーサの形成位置について高精度の位置制御が可能となる。

これにより、本発明の製造方法によれば、インクジェット方式における利点を生かし、液晶アレイの開口率を低下させることなく、所望の厚さのスペーサを容易かつ低コストに形成することができる。

本発明の液晶アレイの製造方法は、対向配置された一对の基板の少なくとも一方に開口部を有し、これら両基板間に液晶充填用の隙間を形成するスペーサが設けられている液晶アレイの製造方法において、スペーサ配置面に個体スペーサを配置した後、ノズルの吐出孔の径が吐出する液滴の径よりも小さい静電吸引型インクジェット装置を使用し、このイ



ンクジェット装置のノズルから1滴の量が1 p l以下の液滴を吐出し、その液滴を前記固体スペーサに衝突させることにより固体スペーサを移動させ、個体スペーサの位置決めを行うことを特徴としている。

上記の構成によれば、スペーサ配置面に個体スペーサを配置した後、  
5 ノズルからの液滴の吐出により固体スペーサの位置を調整し、スペーサが1箇所集合した状態等を解消できるので、開口率の低下を回避可能である。

また、ノズルから吐出される液滴の1滴の量が1 p l以下であるので、液滴は着弾後瞬時に乾燥する。したがって、基板に残った溶媒が配向  
10 膜などに悪影響を及ぼすことがない。

また、ノズルの吐出孔の径が液滴の径よりも小さい静電吸引型インクジェット装置を使用しているので、静電吸引用の電界を生じさせる印加電圧を低い値に抑制しながら、1 p l以下の微小な液滴の吐出が可能となる。また、液滴を吐出する際に、液滴に電荷が集中しやすく、液滴周  
15 囲の電界強度の変動が小さくなるので、安定した吐出が可能となる。この結果、スペーサに対して高精度の位置制御が可能となる。

これにより、本発明の製造方法によれば、インクジェット方式における利点を生かし、液晶アレイの開口率を低下させることなく、所望の厚さのスペーサを容易かつ低コストに形成することができる。

20 上記の液晶アレイの製造方法は、前記ノズルからの吐出物の粘度が30 c P以上である構成としてもよい。

上記の構成によれば、ノズルからの吐出物の粘度が30 c P以上と高くなっているので、着弾後の吐出物における溶媒の乾燥速度を確実に高めることができる。これにより、スペーサの位置精度を確実に高めるこ

とができる。また、ノズルからの吐出液滴によりスペーサを形成する場合には、1弾の液滴によるスペーサ形成厚さが小さくなるため、吐出回数、即ち積層数が増加し、作製時間が増加するものの、液滴（吐出物）が高濃度となっているので、吐出回数、即ち積層数の増加化を抑制可能である。この結果、生産効率が向上する。

上記の液晶アレイの製造方法において、前記スペーサを形成する基板には、透明基板上に少なくとも3色以上の色で着色されたカラーフィルタが形成されている構成としてもよい。

上記の液晶アレイの製造方法では、前記スペーサを形成する基板が、画素毎にアクティブ素子を備えたアクティブマトリクス基板となっている。

また、本願本発明者は、ノズルから吐出された液滴の着弾後から乾燥前の液滴の移動量を抑制でき、厚みの厚いカラーフィルタを正確かつ容易に形成する手法を鋭意研究した。その過程で、カラーフィルタ層材料を含む液体（インク）の液滴径と液体（インク）濃度などのパラメータの組み合わせにより、着弾後瞬時に液滴（インク）が乾燥する領域があることを予測した。さらに、その条件での吐出を可能とするインクジェット方式を見いだした。

そして、そのようなインクジェット方式にて液滴の吐出を行なうことにより、液滴の着弾後に瞬時に液滴が乾燥して液滴の拡がりを回避し、連続的な液滴付与によるカラーフィルタ層の形成を可能にした。

本発明のカラーフィルタ基板の製造方法は、インクジェット方式により、カラーフィルタ層材料を含む液体をノズルの吐出孔から液滴として吐出し、カラーフィルタ層を形成するカラーフィルタ基板の製造方法に

において、前記吐出孔の径が前記液滴の径よりも小さい静電吸引型インクジェット装置を使用し、このインクジェット装置のノズルから1滴の量が1 p l以下の液滴を吐出することを特徴としている。

また、カラーフィルタ基板の製造装置は、インクジェット方式により、  
5 カラーフィルタ層材料を含む液体をノズルの吐出孔から液滴として吐出し、カラーフィルタ層を形成するカラーフィルタ基板の製造装置において、前記吐出孔の径が前記液滴の径よりも小さいノズルを使用し、静電吸引型のインクジェット方式により前記ノズルから1滴の量が1 p l以下の液滴を吐出することを特徴としている。

10 上記の構成によれば、ノズルから吐出される液滴の1滴の量が1 p l以下であるので、液滴は基板上のカラーフィルタ層形成領域に着弾後瞬時に乾燥する。したがって、液滴は基板上に着弾後に移動し難く、正確な位置にカラーフィルタ層を形成することができる。この点は、複数の液滴を吐出し、それらを積層して所望の厚みを有する1個のカラーフィルタ層を形成する場合も同様であり、後に着弾した液滴が先に着弾した液滴に影響されて移動するといった事態を回避可能である。

これにより、本発明の製造方法によれば、インクジェット方式における利点を生かし、特にカラーフィルタ層形成領域（画素領域）の周りに隔壁を形成することや撥液領域および親液領域等を設けることなく、  
20 容易かつ低コストに有機発光層を形成することができる。

また、ノズルの吐出孔の径が液滴の径よりも小さい静電吸引型インクジェット装置を使用しているので、静電吸引用の電界を生じさせる印加電圧を低い値に抑制しながら、1 p l以下の微小な液滴の吐出が可能となる。また、液滴を吐出する際に、液滴に電荷が集中しやすく、液滴周

図の電界強度の変動が小さくなるので、安定した吐出が可能となる。この結果、高周波数での吐出駆動を行ないながら、連続的な液滴の吐出が可能となり、生産効率が向上する。

5      なお、ノズル径を  $13\ \mu\text{m}$  以下とするならば、液適量を  $1\ \text{p.l}$  以下とすることができる。また、カラーフィルタ基板の製造において、液滴を塗布したあとのカラーフィルタ層の濃度は所定値以上が必要とされるため、本発明のように微小液滴を用いる場合には、同一のカラーフィルタ層形成領域に対して、液滴の吐出を複数回行なう。

10      上記のカラーフィルタ基板の製造方法は、前記液体として、体積濃度が、同一のカラーフィルタ層形成領域に重ね打ちされた前記液滴により形成される積層数から求まる値のものを使用する構成としてもよい。

15      吐出する液滴が小さくなれば、1弾の液滴によって形成されるカラーフィルタ層の厚さが薄くなるので、所望の厚さを得るためには複数弾の液滴による層を積層する必要がある。この場合、積層数が増加すれば、その分、作業時間が増加する。そこで、体積濃度が、同一のカラーフィルタ層形成領域に重ね打ちされた液滴により形成される積層数から求まる値の液体（インク）を使用し、積層数に応じて液体の体積濃度を調整する。この場合、液体の体積濃度を高く設定すれば、上記の積層数が減少するので、液滴の吐出回数が減少し、生産効率の向上が可能となる。

20      また、本発明のカラーフィルタ基板の製造方法は、インクジェット方式により、ノズルの吐出孔からカラーフィルタ層材料を含む液体を液滴として吐出し、カラーフィルタ層を形成するカラーフィルタ基板の製造方法において、ノズルから1滴の量が  $1\ \text{p.l}$  以下の液滴を吐出する静電吸引型インクジェット装置を使用し、同一のカラーフィルタ層形成領域

## 31

に重ね打ちされた前記液滴により形成される積層数を $\alpha$ 、液滴径に対する、カラーフィルタ層形成領域に着弾した液滴の着弾径の比から求まる値を $\beta$ 、液滴径を $D$ 、形成するカラーフィルタ層の厚さを $t$ としたときに、前記液体として、体積濃度 $\eta$  (%) が略  $\beta \times t / (\alpha \times D)$  となるものを使用することを特徴としている。

また、本発明のカラーフィルタ基板の製造装置は、インクジェット方式により、ノズルの吐出孔からカラーフィルタ層材料を含む液体を液滴として吐出し、カラーフィルタ層を形成するカラーフィルタ基板の製造装置において、静電吸引型のインクジェット方式により、前記ノズルから1滴の量が1 p l 以下の前記液滴を吐出させるとともに、同一のカラーフィルタ層形成領域に重ね打ちされた前記液滴により形成される積層数を $\alpha$ 、液滴径に対する、カラーフィルタ層形成領域に着弾した液滴の着弾径の比から求まる値を $\beta$ 、液滴径を $D$ 、形成するカラーフィルタ層の厚さを $t$ としたときに、前記液体として、体積濃度 $\eta$  (%) が略  $\beta \times t / (\alpha \times D)$  となるものを使用することを特徴としている。

上記の構成によれば、ノズルから吐出される液滴の1滴の量が1 p l 以下であるので、液滴は基板上のカラーフィルタ層形成領域に着弾後瞬時に乾燥する。したがって、液滴は基板上に着弾後に移動し難く、正確な位置にカラーフィルタ層を形成することができる。この点は、複数の液滴を吐出し、それらを積層して所望の厚みを有する1個のカラーフィルタ層を形成する場合も同様であり、後に着弾した液滴が先に着弾した液滴に影響されて移動するといった事態を回避可能である。

これにより、本発明の製造方法によれば、インクジェット方式における利点を生かし、特にカラーフィルタ層形成領域（画素領域）の周りに

隔壁を形成することや撥液領域および親液領域等を設けることなく、容易かつ低コストにカラーフィルタ層を形成することができる。

また、吐出する液滴が小さくなれば、1弾の液滴によって形成されるカラーフィルタ層の厚さが薄くなるので、所望の厚さを得るためには複数弾の液滴による層を積層する必要がある。この場合、積層数が増加すれば、その分、作業時間が増加する。そこで、液体（インク）の体積濃度を上記の式を満たすようにして高濃度に設定すれば、上記の積層数が減少するので、液滴の吐出回数が減少し、生産効率の向上が可能となる。なお、上記略の範囲は液滴量のバラツキを考慮して、例えば±10%としてもよい。

上記のカラーフィルタ基板の製造方法は、静電吸引型インクジェット装置として、前記吐出孔の径が前記液滴の径よりも小さいものを使用する構成としてもよい。

上記の構成によれば、静電吸引用の電界を生じさせる印加電圧を低い値に抑制しながら、1 p l以下の微小な液滴の吐出が可能となる。また、液滴を吐出する際に、液滴に電荷が集中しやすく、液滴周囲の電界強度の変動が小さくなるので、安定した吐出が可能となる。この結果、高周波数での吐出駆動を行ないながら、連続的な液滴の吐出が可能となり、生産効率が向上する。

上記のカラーフィルタ基板の製造方法は、前記液体として、粘度が20 c P以上のものを使用する構成としてもよい。

上記の構成によれば、液体（インク）として粘度が20 c P以上の高粘度のインクを用いることにより、複数弾の液滴による積層数が減少するので、液滴の吐出回数が減少し、生産効率の向上が可能となる。

## 3 3

本発明のカラーフィルタ基板は、上記の何れかのカラーフィルタ基板の製造方法により製造されたものである。

本発明のさらに他の目的、特徴、および優れた点は、以下に示す記載によって十分わかるであろう。また、本発明の利益は、添付図面を参照した次の説明で明白になるであろう。

## 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の実施の一形態における有機 EL ディスプレイの製造に使用するインクジェット装置を示す概略の断面図である。

図 2 (a) は、図 1 に示したノズルにおける、インクのメニスカスの挙動を示すものであって、インクの吐出前の状態を示す説明図、図 2 (b) は同ノズルから張り出した状態を示す説明図、図 2 (c) は同液滴吐出直前の状態を示す説明図である。

図 3 (a) は、静電吸引型のインクジェット装置において、ノズル径が  $\phi 0.2 \mu\text{m}$  である場合のノズル先端部の電界強度分布を示すグラフであって、ノズルと対向電極との距離が  $2000 \mu\text{m}$  である場合を示すもの、図 3 (b) は、同距離が  $100 \mu\text{m}$  である場合を示すものである。

図 4 (a) は、静電吸引型のインクジェット装置において、ノズル径が  $\phi 0.4 \mu\text{m}$  である場合のノズル先端部の電界強度分布を示すグラフであって、ノズルと対向電極との距離が  $2000 \mu\text{m}$  である場合を示すもの、図 4 (b) は、同距離が  $100 \mu\text{m}$  である場合を示すものである。

図 5 (a) は、静電吸引型のインクジェット装置において、ノズル径

## 34

が  $\phi 1 \mu\text{m}$  である場合のノズル先端部の電界強度分布を示すグラフであ  
って、ノズルと対向電極との距離が  $2000 \mu\text{m}$  である場合を示すもの  
、図 5 (b) は、同距離が  $100 \mu\text{m}$  である場合を示すものである。

図 6 (a) は、静電吸引型のインクジェット装置において、ノズル径  
5 が  $\phi 8 \mu\text{m}$  である場合のノズル先端部の電界強度分布を示すグラフであ  
って、ノズルと対向電極との距離が  $2000 \mu\text{m}$  である場合を示すもの  
、図 6 (b) は、同距離が  $100 \mu\text{m}$  である場合を示すものである。

図 7 (a) は、静電吸引型のインクジェット装置において、ノズル径  
10 が  $\phi 20 \mu\text{m}$  である場合のノズル先端部の電界強度分布を示すグラフであ  
って、ノズルと対向電極との距離が  $2000 \mu\text{m}$  である場合を示すもの  
、図 7 (b) は、同距離が  $100 \mu\text{m}$  である場合を示すものである。

図 8 (a) は、静電吸引型のインクジェット装置において、ノズル径  
15 が  $\phi 50 \mu\text{m}$  である場合のノズル先端部の電界強度分布を示すグラフであ  
って、ノズルと対向電極との距離が  $2000 \mu\text{m}$  である場合を示すもの  
、図 8 (b) は、同距離が  $100 \mu\text{m}$  である場合を示すものである。

図 9 は、本発明の実施の一形態の有機 EL ディスプレイにおける 1 画  
素分の有機 EL 素子の構成を示す概略の縦断面図である。

図 10 (a) は、本発明の実施の一形態の有機 EL ディスプレイにお  
ける発光層の配置形態の一例を示すものであって、各色画素がストライ  
20 プ配列されている例を示す平面図、図 10 (b) は、各色画素がモザイ  
ク配列されている例を示す平面図、図 10 (c) は各色画素がデルタ配  
列されている例を示す平面図である。

図 11 は、本発明の実施の一形態の有機 EL ディスプレイにおける電  
極の配置形態の一例を示す平面図である。



## 35

図12(a)は、図9に示した有機ELディスプレイの製造工程における第1電極の形成工程を示す縦断面図、図12(b)は、同正孔輸送層の形成工程を示す縦断面図、図12(c)は、同有機EL層の形成工程を示す縦断面図である。

5 図13(a)は、図12(c)に示した有機EL層の形成工程におけるR発光画素の形成工程を示す縦断面図、図13(b)は、同G発光画素の形成工程を示す縦断面図、図13(c)は、同B発光画素の形成工程を示す縦断面図である。

図14は、ノズル径と最大電界強度との関係を示すグラフである。

10 図15は、ノズル径と各種電圧との関係を示すグラフである。

図16は、ノズル径と強電界領域との関係を示すグラフである。

図17は、印加電圧と帯電電荷量との関係を示すグラフである。

図18は、初期吐出液滴径と乾燥時間との関係を示すグラフである。

図19は、周囲湿度と乾燥時間との関係を示すグラフである。

15 図20は、本発明の他の実施の形態にかかるインクジェット装置の概略構成断面図である。

図21は、本発明の実施の形態にかかるインクジェット装置の原理を説明する図である。

20 図22は、本発明の実施の一形態における液晶アレイを示す縦断面図である。

図23は、図22に示したTFT基板の1画素の構成を示す平面図である。

図24は、図23におけるA-A線矢視断面図である。

図25(a)は、図22に示したカラーフィルタ基板の製造工程にお

けるブラックマトリクスの形成工程を示す縦断面図、図25(b)は、同製造工程におけるR画素のカラーフィルタの形成工程を示す縦断面図、図25(c)は、同G画素のカラーフィルタの形成工程を示す縦断面図、図25(d)は、同B画素のカラーフィルタの形成工程を示す縦断面図である。

図26は、図22に示したスペーサの形成工程を示す縦断面図である。

図27は、本発明の実施の他の形態における液晶アレイを示す縦断面図である。

図28(a)は、図27に示したスペーサ形成工程における初期の状態を示す縦断面図、図28(b)は、同スペーサ形成工程における中期の状態を示す縦断面図、図28(c)は、同スペーサ形成工程における後期の状態を示す縦断面図である。

図29は、本発明の実施の他の形態における液晶アレイを示す縦断面図である。

図30は、図29に示したスペーサの形成工程を示す縦断面図である。

図31(a)は、本発明の実施のさらに他の形態における液晶アレイのスペーサの形成工程であって、散布されたスペーサの観察工程を示す説明図、図31(b)は、上記観察工程にて発見されたスペーサ集合体のスペーサを分散させる工程を示す説明図である。

図32は、本発明の実施の一形態におけるカラーフィルタ基板を備えた液晶アレイの縦断面図である。

図33(a)は、本発明の実施の一形態のカラーフィルタ基板におけ

## 37

る各カラーフィルタ画素の配置形態の一例を示すものであって、各カラーフィルタ画素がストライプ配列されている例を示す平面図、図33(b)は各カラーフィルタ画素がモザイク配列されている例を示す平面図、図33(c)は各カラーフィルタ画素がデルタ配列されている例を示す平面図である。

図34は、本発明の実施の一形態のカラーフィルタ基板を備えた液晶アレイにおける電極の配置形態の一例を示す平面図である。

図35(a)は、図32に示したカラーフィルタ基板におけるRカラーフィルタ画素の形成工程を示す縦断面図、図35(b)は、同Gカラーフィルタ画素の形成工程を示す縦断面図、図35(c)は、同Bカラーフィルタ画素の形成工程を示す縦断面図である。

図36は、従来の有機ELディスプレイにおける1画素分の有機EL素子の構成を示す概略の縦断面図である。

図37(a)は、有機EL層の形成において、基板に親液領域と撥液領域とを形成した状態を示す縦断面図、図37(b)は、図37(a)に示した基板に液滴が着弾した状態を示す縦断面図、図37(c)は、着弾した液滴が分離した状態を示す縦断面図である。

図38(a)は、有機EL層の形成において、ブラックマトリクスを隔壁として利用し、液滴を着弾させた状態を示す縦断面図、図38(b)は、形成した有機EL層に層厚ムラが生じた状態を示す縦断面図である。

図39(a)は、有機EL層の形成において、隔壁からあふれ出さない程度に小さい液滴を着弾させた状態を示す縦断面図、図39(b)は、先弾固化分の層の上に次の液滴を着弾させた状態を示す縦断面図であ

る。

発明を実施するための最良の形態

〔実施の形態１〕

5       以下、本発明の好適な実施形態について図面を参照して説明する。

まず、本実施の形態のアクティブマトリクス型有機ＥＬ表示体の製造に使用される静電吸引型のインクジェット装置を図１に基づいて説明する。なお、同図はインクジェット装置１５の縦断面図である。

10       インクジェット装置１５は、インク室２に貯蔵したインクを吐出するためのノズル１を備えている。このノズル１は、パッキン３を介してインク室２に連結されている。これにより、インク室２内のインクが、ノズル１とインク室２との連結部分から外部に漏れないように封止されている。

15       また、上記ノズル１は、インク室２との連結部とは反対側、すなわちインクの吐出側となる先端部に向かって内径が小さくなるように絞り込まれた形状となったオリフィス１ａを有している。上記ノズル１先端部の吐出孔１ｂの径（以下、ノズル径と称する）は、吐出直後のインクの液滴との関係で設定されている。

20       なお、ノズル１から吐出されたインクと、インク室２に貯蔵されているインクとを区別するために、以降、ノズル１から吐出されたインクを液滴１２と称する。この吐出孔１ｂの直径と、吐出直後の液滴１２の液滴径との関係についての詳細は、後述する。

      上記ノズル１の内部には、インクに対して静電界を印加するためのノズル電極５が設けられている。このノズル電極５にはプロセス制御部２

5 から所定の電圧が印加される。これにより、プロセス制御部 25 はノズル電極 5 と対向電極 13 との間の電界強度を制御されるようになって  
いる。この電界強度を制御することで、ノズル 1 から吐出される液滴 1  
2 の液滴径が調整される。また、ノズル 1 から吐出された液滴 1 2 は、  
5 ノズル電極 5 と対向電極 13 との間に生じる電界にて対向電極 13 方向  
へ加速される。

インク室 2 にはインクの溶液が充填されている。このインクは、イン  
ク供給路 23 を介してインク室 2 と接続された図示しないインクタンク  
から供給される。ここでは、インク室 2 内およびノズル 1 内にインクが  
10 満たされた状態で保持され、インクには負圧がかかっている。

上記ノズル 1 の吐出孔 1b の対向面側には、所定の距離離れた位置に  
対向電極 13 が配設されている。この対向電極 13 は、そのノズル 1 と  
の対向面に配された被記録側基板 14 の表面を、ノズル 1 の吐出孔 1b  
から吐出される液滴 12 の帯電電位の逆極性の電位に帯電させるもので  
15 ある。これにより、ノズル 1 の吐出孔 1b から吐出した液滴 12 を、被  
記録側基板 14 の表面に安定して着弾させている。

このように、液滴 12 は帯電している必要があるので、ノズル 1 の少  
なくとも先端部のインク吐出面は絶縁部材で形成されていることが望ま  
しく、かつ微細な径の吐出孔 1b を形成する必要があるため、本実施の  
20 形態では、ノズル 1 としてガラスのキャピラリーチューブを使用した。

ここで、インクがノズル 1 から液滴 12 として吐出する際に、吐出孔  
1b 近傍に形成されるメニスカス（メニスカス領域）7 の挙動について  
以下に説明する。図 2（a）～図 2（c）は、上記吐出孔 1b 近傍のメ  
ニスカス 7 の挙動を示すモデル図である。

## 40

まず、インクの吐出前の状態においては、図2（a）に示すように、インク22には負圧がかかっているため、ノズル1の先端部内部には凹の形状でメニスカス7aが形成されている。

次に、インク22の吐出を行うため、ノズル電極5に印加される電圧がプロセス制御部によって制御され、該ノズル電極5に所定の電圧が印加されると、ノズル1のインク22の表面に電荷が誘導され、図2（b）に示すように、インク22がノズル1の先端部の吐出孔1b表面すなわち対向電極側（図示せず）に引っ張られた形状のメニスカス7bが形成される。このとき、ノズル1の径が微小であるため、メニスカス7bは当初よりテーラーコーンの形状を形成しながら外側に引っ張られている。

続いて、外側に引っ張られたメニスカス7bは、図2（c）に示すように、対向電極側（図示せず）にさらに吐出した形状のメニスカス7cとなり、誘導されたメニスカス7c表面の電荷とノズル1に形成される電場（電界強度）の力がインク22の表面張力に勝ることにより、吐出液滴が形成される。

ここで、本実施の形態で使用するノズル1の吐出孔1bの径（以下、ノズル径と称する）は、 $\phi 8 \mu\text{m}$ 以下（例えば $5 \mu\text{m}$ ）としている。このように、ノズル1のノズル径が微小である場合、従来のようにメニスカス先端部の曲率半径が表面電荷の集中により徐々に小さく変化していくことなくほぼ一定と見なすことができる。

したがって、インクの物性値が一定であれば、液滴分離時の表面張力は、電圧印加による吐出状態ではほぼ一定であり、また集中可能な表面電荷の量もインクの表面張力を超える値、すなわちレイリー分裂値以下

## 41

であることから最大量は一義的に定義される。

なお、ノズル径が微小であるため、電界強度は、メニスカス7のごく近傍のみ非常に強い値となり、このように極小領域での高い電場での放電破壊強度は非常に高い値となるため、問題とならない。

5       本実施の形態にかかるインクジェット装置15において使用されるインクとしては、純水を含め染料系インクおよび微粒子を含有したインクを使用することができる。ここで、微粒子を含有したインクとしては、ノズル部が従来より非常に小さいため含有する微粒子の粒径も小さくする  
10       必要があり、一般的にノズル径の1/20から1/100程度であれば目詰まりが発生しにくい。

このため、本実施の形態で使用するノズル1のノズル径を、上述のように例えば $\phi 5 \mu\text{m}$ とすると、該ノズル径に対応するインクの微粒子径は50nm以下となる。

15       この場合、インクの微粒子径は、従来使用されていた最小微粒子径 $\phi 100 \text{ nm}$ よりももっと小さいものとなる。このため、日本国公開特許公報「特開2000-127410号公報」（公開日 2000年5月5日）に示された微粒子を含むインクを吐出する原理のように、微粒子の帯電による移動によってメニスカス7の電荷を集中させ、集中した微粒子相互の静電反発力により吐出する方法では、インク中の帯電微粒子  
20       の移動速度が低下してしまい吐出の応答速度および記録速度が遅くなってしまう。

これに対して、本インクジェット装置15では、帯電した微粒子相互の静電反発力を用いるのではなく、微粒子を含まないインクの場合と同様にメニスカス表面の電荷により吐出を行う。この場合、インク中の微

## 42

粒子における電荷の影響がメニスカス表面の電荷に影響することによる吐出不安定を解消するために、インク中の微粒子の電荷量がメニスカス表面の電荷に比べはるかに小さい値となる形状が望ましい。

これは、インク中の微粒子における単位質量当たりの電荷量が  $10 \mu\text{C/g}$  以下であれば、該微粒子同士の静電反発力および応答速度が小さくなり、またインク微粒子の質量を小さくすること、すなわちインク微粒子の径を小さくすることによりインク中の微粒子の総電荷量を減少できる。

以下の表1に、インク中の平均微粒子径を  $\phi 3 \text{ nm}$  から  $\phi 50 \text{ nm}$  とした場合の吐出安定性を示す。

(表1)

微粒子径	ノズル径			
	$\phi 0.4 \mu\text{m}$	$\phi 1 \mu\text{m}$	$\phi 4 \mu\text{m}$	$\phi 8 \mu\text{m}$
$\phi 50 \text{ nm}$	×	△	△	△
$\phi 30 \text{ nm}$	○	○	○	○
$\phi 10 \text{ nm}$	○	○	○	○
$\phi 3 \text{ nm}$	○	○	○	○

表1中の記号は、各ノズルの吐出安定性を示しており、×：目詰まり等での不吐出あり、△：連続吐出にて吐出不安定、○：安定吐出である。

表1から、微粒子径としては  $\phi 30 \text{ nm}$  以下が好ましいことが分かった。特に微粒子径  $\phi 10 \text{ nm}$  以下になるとインク中の微粒子1個の帯電量はインク吐出における電荷としての影響がほぼ無視できるとともに、電荷による移動速度も非常に遅くなり微粒子のメニスカス中心への集中も発生しない。また、ノズル径が  $\phi 3 \mu\text{m}$  以下では、メニスカス部の電



## 4 3

界集中により極端に最大電界強度が高くなり、微粒子 1 個毎の静電力も大きくなるため  $\phi 10 \text{ nm}$  以下の微粒子を含んだインクを用いることが好ましい。但し、微粒子径が  $\phi 1 \text{ nm}$  以下になると、微粒子の凝集および濃度の不均一の発生が大きくなるため、微粒子径は、 $\phi 1 \text{ nm}$  から  $\phi 10 \text{ nm}$  の範囲が好ましい。

ここで、ノズル 1 のノズル径と電界強度との関係について、図 3 (a) (b) ~ 図 8 (a) (b) を参照しながら以下に説明する。図 3 (a) (b) から図 8 (a) (b) に対応して、ノズル径を  $\phi 0.2$ 、 $0.4$ 、 $1$ 、 $8$ 、 $20 \mu\text{m}$  および参考として従来にて使用されているノズル径  $\phi 50 \mu\text{m}$  の場合の電界強度分布を示す。

ここで、各図において、ノズル中心位置とは、ノズル 1 の吐出孔 1 b のインク吐出面の中心位置を示す。また、各々の図の (a) は、ノズル 1 と対向電極 1 3 との距離が  $2000 \mu\text{m}$  に設定されたときの電界強度分布を示し、(b) は、ノズル 1 と対向電極 1 3 との距離が  $100 \mu\text{m}$  に設定されたときの電界強度分布を示す。なお、印加電圧は、各条件とも  $200 \text{ V}$  と一定にした。図中の分布線は、電界強度が  $1 \times 10^6 \text{ V/m}$  から  $1 \times 10^7 \text{ V/m}$  までの範囲を示している。

以下の表 2 に、各条件下での最大電界強度を示す。

(表 2)

ノズル径 ( $\mu\text{m}$ )	ギャップ( $\mu\text{m}$ )		変動率 (%)
	100	2000	
0.2	$2.001 \times 10^9$	$2.00005 \times 10^9$	0.05
0.4	$1.001 \times 10^9$	$1.00005 \times 10^9$	0.09
1	$0.401002 \times 10^9$	$0.40005 \times 10^9$	0.24
8	$0.0510196 \times 10^9$	$0.05005 \times 10^9$	1.94
20	$0.0210476 \times 10^9$	$0.0200501 \times 10^9$	4.98
50	$0.00911111 \times 10^9$	$0.00805 \times 10^9$	13.18

図 3 (a) (b) ~ 図 8 (a) (b) から、ノズル径が  $\phi 20 \mu\text{m}$  (図 7 (a) (b)) 以上だと電界強度分布は広い面積に広がっていることが分かった。また、表 2 から、ノズルと対向電極の距離が電界強度に影響していることも分かった。

これらのことから、ノズル径が  $\phi 8 \mu\text{m}$  (図 6 (a) (b)) 以下であると電界強度は集中するとともに、対向電極の距離の変動が電界強度分布にほとんど影響することがなくなる。したがって、ノズル径が  $\phi 8 \mu\text{m}$  以下であれば、対向電極の位置精度および被記録媒体の材料特性のバラツキや厚さバラツキの影響を受けずに安定した吐出が可能となる。

なお、ピエゾ型およびサーマル型のインクジェット装置では、液滴 12 が微小液滴になった場合に空気抵抗の影響が大きく、被記録媒体への液滴 12 の正確な着弾は困難である。

また、従来の静電吸引方式 (例えば特開平 8-238774 号) では、吐出された液滴 12 の投影面積よりはるかに大きい領域に強い電界強度のフィールドを形成することにより、そのメニスカス 7 中心に電荷を集中させていた。このため、ノズル電極に対して非常に高い電圧を印加

## 45

する必要があり、駆動制御が困難であり、また、放電破壊強度の制限から、形成できる微小液滴のサイズにも原理的に限界があった。

本実施の形態の静電吸引型のインクジェット装置 15 では、ノズル径を吐出直後の液滴径よりも小さいものとした。これにより、電荷の集中領域とメニスカス 7 領域とほぼ同等にすることができ、この結果、ノズル電極 5 への印加電圧の大幅な低減が可能になるとともに、メニスカス 7 での電界強度を大幅に高くすることができた。

これにより、インクジェット装置 15 では、電荷を帯びた液滴 12 が電界により適切に加速されるため、空気抵抗による減速が抑制され、着弾精度が向上する。また、ノズル 1 内に常に圧力を加えることで、吐出孔 1 b にメニスカス 7 がテイラーコーン状に形成されるので、メニスカス 7 に電荷が集中しやすく、ノズル電極 5 への数百 V の印加電圧にて液滴 12 の吐出可能である。

本インクジェット装置 15 は以下の特徴を有する。

第 1 に、ノズル電極 5 と対向電極 13 との間に生じた電界により、帯電した液滴 12 に力を与えている。このため、液滴 12 は、微小液滴であるために飛翔中の空気抵抗の影響が大きくなっても、大きく減速することではなく、着弾精度（被記録側基板 14 上での着弾位置精度）が向上する。

第 2 に、高粘度のインクであっても液滴 12 として吐出が可能である。実際に 70 cP のインクの吐出が実現している。高粘度のインクを吐出できるため、インクの濃度を高くできる。

一般にインク粘度は、メニスカス 7 の成長率に反比例し、高粘度ではメニスカス 7 が十分成長できず、液滴の吐出ができない。しかしながら

、本インクジェット装置 15 では、メニスカス 7 の成長率がインクの粘度に依存せず、表面張力と帯電量に依存する。したがって、インクの溶媒に対して、その最大溶解度まで溶質材料を溶解させても、インクの吐出可能である。

5 第 3 に、液滴 12 の着弾後、瞬時にインクの溶媒分が乾燥することである。液滴 12 の溶媒分の体積は、液滴径の 3 乗に比例する。したがって、溶媒分を蒸発させるために必要なエネルギーも、液滴径の 3 乗に比例する。また、（体積）／（表面積）の値が小さいほど、液滴 12 は蒸発しやすくなると考えられる。このため、液滴が小さいほど早く蒸発させることには有利である。

従来のインクジェット装置では、吐出する液滴サイズが大きく、溶媒分が蒸発するのに時間がかかった。また、液滴を微小にただけでは、十分な飛翔速度が得られず、運動エネルギーが熱エネルギーに変化した分だけでは、液滴の溶媒分の気化熱に達せず、着弾後瞬時に乾燥という現象が得られなかった。しかしながら、インクジェット装置（サブミクロンヘッド） 15 では、液滴体積を小さくしながらも、十分な飛翔速度が得られるので、着弾後瞬時に乾燥という現象が得られる。

以上の点を確認するために下記の試験を行った。その結果について説明する。

20 表 3 ～表 5 は、従来のインクジェット方式であるピエゾ型、サーマル型および液滴径の大きい静電吸引型のインクジェット装置を用いた場合と、本発明の実施に使用するインクジェット装置 15、即ち吐出する液滴径が小さい静電吸引型のインクジェット装置 15 を用いた場合との特性を比較したものである。

(表3)

表3 液滴体積の影響

液滴体積	着弾精度		吐出しやすさ		乾燥速度	着弾回数
	従来	本発明	従来	本発明	本発明	本発明
0.1pl	×	○	×	○	◎	△
1pl	×	◎	×	◎	◎	○
10pl	○	—	○	—	—	—

◎:良好 ○:可能 △:不向き ×:不可能 —:適範囲外

表3の結果は、液滴12の着弾精度、吐出しやすさ、乾燥速度および着弾回数に対する液滴体積の影響を示したものである。なお、着弾回数とは、1画素を形成するために必要な吐出回数のことであり、生産効率の観点から、少ない方がよいものと評価される。

本インクジェット装置15を使用した場合には、液滴体積が0.1plおよび1plの場合にも、着弾精度および吐出しやすさにおいて、使用可能あるいは良好であったのに対し、従来のインクジェット装置では何れの項目においても不可能であった。また、本インクジェット装置15では、乾燥速度において、液滴体積が0.1plおよび1plの場合に良好である。着弾回数において、0.1plの場合に不向き（生産効率が悪い）、1plの場合に適している（生産効率がよい）と言える。

(表4)

表4 粘度の影響

粘度	従来	本発明
2cP	◎	◎
10cP	○	◎
20cP	△	◎
70cp	×	◎

◎:良好 ○:可能 △:不向き ×:不可能 -:適応範囲外

表4の結果は、本インクジェット装置15と従来のインクジェット装置とについて、インクの各粘度に対する適性を示したものである。本インクジェット装置15では高粘度のインクの吐出が可能であった。

(表5)

表5 濃度の影響

濃度	吐出しやすさ		乾燥速度	着弾回数
	従来	本発明	本発明	本発明
低	○	◎	△	△
中	×	◎	○	○
高	×	◎	◎	◎

◎:良好 ○:可能 △:不向き ×:不可能 -:適応範囲外

表5の結果は、本インクジェット装置15と従来のインクジェット装置とについて、各濃度に対する適性、即ち吐出しやすさと、本インクジェット装置15について各濃度に対する乾燥速度と着弾回数の評価結果を示したものである。

表5の結果から、インクの吐出しやすさにおいて、従来のインクジェ

ット装置では、中および高濃度のインクについて吐出不可能であったの  
に対して、本インクジェット装置 15 では、低濃度から高濃度のインク  
について良好であった。また、本インクジェット装置 15 では、乾燥速  
度において、インクが中濃度である場合に可能、高濃度である場合に良  
5 好となった。また、生産効率の観点から、高濃度ほど着弾回数が少なく  
て済み、適していると言える。

上記の結果から分かるように、本インクジェット装置 15 を使用した  
場合には、乾燥時間が大幅に短縮されることから、先に吐出した液滴が  
基板上で乾燥し終わるまでの待ち時間を設ける必要がなく、同一箇所  
10 対しての吐出間隔時間を短縮でき、生産効率を向上させることができる  
。

また、高濃度のインクの吐出が可能であることから、1 弾の液滴に含  
まれる有機 EL 材料の割合を大きくできるので、吐出回数を少なくする  
ことが可能となる。

15 また、インクの濃度が高くなると粘度が高くなるものの、本インクジ  
ェット装置 15 では、高粘度の液滴を吐出可能であるので、高濃度のイ  
ンクを吐出することができる。この場合、濃度が高くなると、上述のよ  
うに、吐出回数を少なくすることが可能となる。

次に、図 1 に示したインクジェット装置 15 を使用して製造されるア  
クティブマトリクス型の有機 EL ディスプレイ（有機 EL 表示体）、お  
20 よびその製造方法について説明する。

図 9 は有機 EL 素子 50 の 1 画素の構成を示す縦断面図である。同図  
に示すように、有機 EL 素子は、少なくとも基板 51、並びに基板 51  
上に設けられた第 1 電極 52、有機 EL 層 53 および第 2 電極 54 を備

えている。

基板 5 1 における第 1 電極 5 2 側とは反対側の面には、コントラストの観点から偏光板 5 7 が設けられていることが好ましい。また、信頼性の観点から、第 2 電極 5 4 上には、封止膜または封止基板 5 6 が設けら

5 れていることが好ましい。

有機 EL 素子 5 0 では、上述したインクジェット装置 1 5 を使用して形成されることにより、液滴が広がらず、有機 EL 材料を積層塗布することができる。このため、隣り合う画素同士の有機 EL 層が接したり、混じり合ったりすることがない。また、図示しないメタル配線に BM の

10 役割を持たせ、画素間のコントラストを明瞭にしている。したがって、図 2 2 に示した従来の有機 EL 素子において形成されていた隔壁 1 0 5 が不要となっている。

基板 5 1 としては、石英基板、ガラス基板などの無機材料基板、およびポリエチレンテレフタレート基板、ポリエーテルサルフォン基板、ポ

15 リイミド基板などの樹脂基板が使用可能であるものの、本発明はこれらに限定されるものではない。

有機 EL 層 5 3 は、少なくとも 1 層の有機発光層を有する。なお、有機 EL 層 5 3 は、有機発光層の単層構造、あるいは電荷輸送層（電子輸送層または正孔輸送層）と有機発光層との多層構造であってもよい。こ

20 こで、上記の電荷輸送層および有機発光層はそれぞれ多層構造であってもよい。また、発光層と電極の間には必要に応じてバッファ層を設けてもよい。本実施の形態において、有機層とは、有機 EL 層 5 3 を構成する有機発光層および電荷輸送層を意味する。

有機 EL 層 5 3 は、その少なくとも 1 層が、有機 EL 層形成用塗液を



用いてインクジェット法により形成される。なお、有機EL層53が多層構造である場合、少なくとも1層の有機発光層または電荷輸送層の何れかを除く他の層は、インクジェット法、または例えば真空蒸着法などのドライプロセスやディップコート法、あるいはスピンコート法などのドライプロセスのような従来の方法で形成してもよい。本実施例では、  
5 有機EL層53は、有機発光層58と電荷輸送層55との積層構造であり。電荷輸送層55は印刷法で形成される。

次に、上記の有機発光層の材料となる有機EL層形成用塗液について説明する。有機EL層形成用塗液は、発光層形成用塗液と電荷輸送層形成用塗液に大別できる。  
10

発光層形成用塗液は、有機EL素子形成に用いられる公知の低分子発光材料、高分子発光材料、高分子発光材料の前駆体、あるいは低分子発光材料と高分子材料とを両方含んだ材料などの発光材料と、レベリング剤とを溶媒に溶解もしくは分散させたものである。以下にそれぞれの材料を例示するが、これらは本発明を限定するものではない。  
15

公知の低分子発光材料としては、例えば、トリフェニルブタジエン、クマリン、ナイルレッド、オキサジアゾール誘導体、キレート錯体などが挙げられる。公知の高分子発光材料としては、例えば、ポリ〔2-デシルオキシ-1,4-フェニレン〕〔DO-PPP〕、ポリ〔2,5-ビス〔2-(N,N,N-トリエチルアシモニウム)エトキシ〕-1,4-フェニレン-アルト-1,4-フェニレン〕ジプロマイド〔PPP-NEt<sub>3</sub><sup>+</sup>〕、ポリ〔2-(2'-エチルヘキシルオキシ)-5-メトキシ-1,4-フェニレンビニレン〕〔MEH-PPV〕、ポリ〔5-メトキシ(2-プロパノキシサルフォニド)-1,4-フェニレンビニ

20

レン] [MPS-PPV]、ポリ[2, 5-ビス(ヘキシルオキシ-1, 4-フェニレン)(1-シアノビニレン)] [CN-PPV]、ポリ[2-(2'-エチルヘキシルオキシ)-5-メトキシ-1, 4-フェニレン-(1-シアノビニレン)] [MEH-CN-PPV]、ポリ(ジオクチルフルオレン)(PDF)などが挙げられる。

また、公知の高分子発光材料の前駆体としては、例えば、ポリ(p-フェニレン)前駆体[Pre-PPP]、ポリ(p-フェニレンビニレン)前駆体[Pre-PPV]、ポリ(p-ナフタレンビニレン)前駆体[Pre-PNV]などが挙げられる。公知の高分子材料としては、例えば、ポリカーボネート(PC)、ポリメチルメタクリレート(PMMA)、ポリカルバゾール(PVCz)などが挙げられる。

レベリング剤としては、シリコン系化合物、フッ素系化合物、非イオン系界面活性剤、イオン系界面活性剤、チタネートカップリング剤などを用いることができ、中でもシリコン系化合物、フッ素系化合物が好ましい。シリコン系化合物としては、ジメチルシリコーン、メチルシリコーン、フェニルシリコーン、メチルフェニルシリコーン、アルキル変性シリコーン、アルコキシ変性シリコーン、ポリエーテル変性シリコーンなどが挙げられ、中でもジメチルシリコーン、メチルフェニルシリコーンが好ましい。フッ素系化合物としては、ポリテトラフルオロエチレン、ポリビニリデンフルオライド、フルオロアルキルメタクリレート、パーフルオロポリエーテル、パーフルオロアルキルエチレンオキシドなどが挙げられる。

上述したような発光材料を溶解もしくは分散させるために用いる溶媒としては、多層積層膜からなる有機EL層53を形成する場合には、接

## 53

する膜間での材料の混合を防ぐために、後に形成する層に使用する溶媒は、先に形成してある層を溶解させないものが好ましい。

溶媒としては、例えば、エチレングリコール、プロピレングリコール、トリエチレングリコール、エチレングリコールモノメチルエーテル、エチレングリコールモノエチルエーテル、トリエチレングリコールモノメチルエーテル、トリエチレングリコールモノエチルエーテル、グリセリン、N，N-ジメチルホルムアミド、N-メチル-2-ピロリドン、シクロヘキサノン、メタノール、エタノール、1-プロパノール、オクタン、ノナン、デカン、キシレン、ジエチルベンゼン、トリメチルベンゼン、ニトロベンゼンなどが挙げられ、これらの溶媒は2種以上を組み合わせ合わせた混合溶媒として用いることもできる。

また、発光層形成用塗液には、必要に応じて、粘度調整用の添加剤；N，N-ビス-(3-メチルフェニル)-N，N'-ビス(フェニル)ベンジジン[TPD]、N，N'-ジ(ナフタレン-1-イル)-N，N'-ジフェニル-ベンジジン[NPD]などの有機EL用または有機光導電体用の公知の正孔輸送材料；3-(4-ビフェニルイル)-4-フェニレン-5-tert-ブチルフェニル-1，2，4-トリアゾール[TAZ]、トリス(8-ヒドロキシナト)アルミニウム「Alq3」などの電子輸送材料；アクセプター、ドナーなどのドーパントなどを添加してもよい。

有機EL層形成用塗液のもう一方の電荷輸送層形成用塗液は、公知の低分子電荷輸送材料、高分子電荷輸送材料、高分子電荷輸送材料の前駆体、あるいは低分子電荷輸送材料と高分子材料とを両方含んだ材料と、レベリング剤とを溶媒に溶解もしくは分散させたものである。以下にそ

それぞれの材料を例示するが、これらは本発明を限定するものではない。

公知の低分子電荷輸送材料としては、例えば、TPD、NPD、オキサジアゾール誘導体などが挙げられる。公知の高分子電荷輸送材料としては、例えば、ポリアニリン(PANI)、3,4-ポリエチレンジオキシチオフェン(PEDOT)、ポリカルバゾール(PVCz)、ポリ(トリフェニルアミン誘導体)(Poly-TPD)、ポリ(オキサジアゾール誘導体)(Poly-OXZ)などが挙げられる。また、公知の高分子電荷輸送材料の前駆体としては、例えば、Pre-PPV、Pre-PNVなどが挙げられる。公知の高分子材料としては、例えば、PC、PMMA、PVCzなどが挙げられる。

レベリング剤の添加は、発光材料を含まない電荷輸送層においても有効であり、このような場合のレベリング剤としては、発光層形成用塗液において例示したような化合物が挙げられる。

上述したような電荷輸送材料を溶解もしくは分散させるために用いる溶媒としては、多層積層膜からなる有機EL層53を形成する場合には、接する膜間での材料の混合を防ぐために、後に形成する層に使用する溶媒は、先に形成してある層を溶解させないものが好ましい。

また、電荷輸送層形成用塗液には、必要に応じて、発光層形成用塗液において例示したような粘度調整用の添加剤、アクセプター、ドナーなどのドーパントなどを添加してもよい。

ここで、以下にさらに他の有機EL層53の材料について示しておく。以下に示すものは発光層形成用の材料である。ただし、有機EL層53では有機発光層58であっても電荷輸送の性質をもっている。

低分子系としては、ジスチリルビフェニル系青色発光材、ジメシチル

## 5 5

ボリル基結合アモルファス発光材、スチルベン系共役デンドリマー発光材、ジピリリルジシアノベンゼン発光材、メチル置換ベンズオキサゾール系蛍光・燐光発光材、ジスチリル系赤色発光材、耐熱性カルバゾール系緑色発光材、ジベンゾクリセン系青緑発光材、アリールアミン系発光材、  
5 材、ピレン置換オリゴチオフェン系発光材、ジビニルフェニル結合トリフェニン系発光材、ペリレン系赤色発光材、PPVオリゴマー系発光材、（カルバゾール-シアノテレフタリデン）系発光材、アリールエチニルベンゼン系青色蛍光発光材、キンキピリジン系発光材、フルオレンベース星型発光材、チオフェン系アモルファス性緑青色発光材、低モル  
10 質量液晶性発光材、（アセトニトリル-トリフェニレンアミン）系赤色発光染料、ビチアゾール系発光材、（カルバゾール-ナフタルイミド）系発光染料、セキシフェニル系青色発光材、およびジメシチルボリルアントラセン系発光材がある。

金属錯体としては、オキサジアゾール-ベリリウム青色発光錯体、ユーロピウム系燐光発光錯体、耐熱性リチウム系青色発光錯体、燐光発光性ホスフィン-金錯体、テルビウム系発光錯体、チオフェン-アルミニウム黄色発光錯体、亜鉛系黄緑発光錯体、アモルファス性アルミニウム系緑色発光錯体、ボロン系発光錯体、テルビウム置換ユーロピウム系発光錯体、マグネシウム系発光錯体、燐光発光性ランタニド系近赤外発光  
15 錯体、ルテニウム系発光錯体、および銅系燐光発光錯体がある。

高分子系としては、オリゴフェニレンビニレンテトラマー発光材がある。

$\pi$  共役系高分子材料としては、液晶性フルオレン系青色偏光発光ポリマー、ビナフタレン含有発光ポリマー、ジシラニレンオリゴチエニレン

系発光ポリマー、（フルオレンーカルバゾール）系青色発光コポリマー、（ジシアノフェニレンビニレンーPPV）系発光コポリマー、シリコン青色発光コポリマー、共役発色団含有発光ポリマー、オキサジアゾール系発光ポリマー、PPV系発光ポリマー、（チェニレンーフェニレン）系発光コポリマー、液晶性キラル置換フルオレン系青色発光ポリマー、スピロ型フルオレン系青色発光ポリマー、熱安定性ジエチルベンゼン系発光ポリマー、（ビナフチルーフルオレン）系青色発光コポリマー、ポルフィリン基グラフトPPV系発光ポリマー、液晶性ジオクチルフルオレン系発光ポリマー、エチレンオキサイド基付加チオフェン系発光ポリマー、（オキサジアゾールーカルバゾールーナフタルイミド）系発光コポリマー、オリゴチオフェンベース発光ポリマー、PPV系青色発光ポリマー、熱安定性アセチレン系発光ポリマー、（オキサジアゾールーカルバゾールーナフタルイミド）系発光コポリマー、（ビニルーピリジン）系ゲル状発光ポリマー、PPV系発光ポリマー、PPV系発光ポリマー、PPV系発光液晶性ポリマー、チオフェン系発光ポリマー、（チオフェンーフルオレン）系発光コポリマー、アルキルチオフェン系発光コポリマー、チオフェン系発光ポリマー、エチレンオキサイドオリゴマー付加PPV系発光ポリマー、（カルバゾイルメタクリレートークマリン）系発光コポリマー、n-タイプ全芳香族オキサジアゾール系発光ポリマー、カルバゾイルシアノテレフタリデン系発光ポリマー、耐熱・耐放射線性ナフタルイミド系発光ポリマー、アルミニウムキレート系発光ポリマー、およびオクタフルオロビフェニル基含有発光ポリマーがある。

σ共役系高分子材料としては、ポリシラン系発光ポリマーがある。

## 57

低分子色素含有ポリマー系材料としては、カルバゾール側鎖結合 P M M A 系発光ポリマー、ポリシラン/色素系発光組成物、ポリフルオレン系誘導体および金属錯体がある。

有機 E L 層 5 3 を挟持する第 1 電極 5 2 と第 2 電極 5 4 の材質は、有  
5 機 E L ディスプレイの構成により選定される。すなわち、有機 E L ディ  
スプレイにおいて、基板 5 1 が透明基板で、かつ第 1 電極 5 2 が透明電  
極である場合には、有機 E L 層 5 3 からの発光が基板 5 1 側から放出さ  
れるので、発光効率を高めるために、第 2 電極 5 4 を反射電極とするか  
、もしくは第 2 電極 5 4 の有機 E L 層 5 3 と隣接しない面に反射膜（図  
10 示しない）を設けるのが好ましい。逆に、第 2 電極 5 4 が透明電極であ  
る場合には、有機 E L 層 5 3 からの発光が第 2 電極 5 4 側から放出され  
るので、第 1 電極 5 2 を反射電極とするか、もしくは第 1 電極 5 2 と基  
板 5 1 との間に反射膜（図示しない）を設けるのが好ましい。

上記透明電極の材質としては、例えば、C u I、I T O（インジウム  
15 錫酸化物）、S n O<sub>2</sub>、Z n O などが挙げられ、反射電極の材質として  
は、例えば、アルミニウムおよびカルシウムなどの金属、マグネシウム  
－銀およびリチウム－アルミニウムなどの合金、マグネシウム／銀、マ  
グネシウム／銀のような金属同士の積層膜、ならびにフッ化リチウム／  
アルミニウムのような絶縁体と金属との積層膜などが挙げられるが、特  
20 にこれらに限定されない。

上記の電極材料を用いて基板 5 1 上に第 1 電極 5 2 を形成し、有機 E  
L 層 5 3 上に第 2 電極 5 4 を形成する。その方法は特に限定されず、ス  
パッタ、E B 蒸着、抵抗加熱蒸着などのドライプロセスが挙げられる。  
また、上記の電極材料を樹脂中に分散して、印刷法、インクジェット法

などのウェットプロセスで第1電極52もしくは第2電極54を形成することもできる。

次に、有機EL素子（画素）の配置形態について説明する。本発明の有機ELディスプレイ（有機EL表示体）の画素の配置は、例えば、図10（a）に示されるように、赤色（R）発光画素61、緑色（G）発光画素62および青色（B）発光画素63がマトリックス状に配置されたストライプ配列が挙げられる。さらに、画素の配置は、図10（b）、図10（c）にそれぞれ示されるようなモザイク配列、デルタ配列であってもよい。R発光画素61、G発光画素62およびB発光画素63それぞれの占有面積の割合は、必ずしも1：1：1である必要はない。各画素の占有面積は、同一であっても、各画素によって異なってもよい。

一般に、異なる発光色をもつ画素間には、発光層の混じり合いを防止するために、隔壁を設けるのが好ましい。しかしながら、本発明の製造方法の場合、発光層を形成するインクは着弾後瞬時に乾燥するため、液滴が広がらず、有機EL材料を積層塗布することができる。このため、隣り合う画素同士の有機EL層が接したり、混じりあったりすることがない。このため、隔壁の作製を省略することができる。

一方、隔壁は、隣り合う画素のコントラストを明瞭にする目的で作製してもよい。この場合、隔壁の高さは、発光層の混じり合いを防止する役割を持たせる必要がないので、発光層より小さくてもよい。

隔壁は、単層構造でも多層構造でもよく、各画素間に配置されていてもよく、異なる発光色間に配置されていてもよい。隔壁の材質は、発光材料、電荷輸送材料や高分子材料を溶解もしくは分散した溶媒、すなわ



ち発光層形成用塗液または電荷輸送層形成用塗液の溶媒に不溶もしくは難溶であるものが好ましい。ディスプレイとしての表示品位を向上させる意味で、ブラックマトリックス（BM）用の材料（例えば、クロムおよび樹脂ブラックなど）を用いるのが特に好ましい。

5       次に、各画素に対応した第1電極52と第2電極54間の接続方法について説明する。本発明の有機ELディスプレイは、例えば、図11に示されるように、第1電極52もしくは第2電極54が薄膜トランジスタ（TFT）64を介して共通の配線に接続されていてもよい。なお、  
10       図中において、65はソースバスライン、66はゲートバスラインをそれぞれ示す。また、有機ELディスプレイは、有機EL層53を挟持する第1電極52と第2電極54とが共通の基板51上において互いに直行するストライプ状の電極になるように形成されていてもよく、また、第1電極52もしくは第2電極54がそれぞれの画素に独立の電極であってもよい。

15       本実施の形態の有機ELディスプレイは、図11に示すように、複数の画素がマトリックス状に配置されており、これらの画素に複数の発光色をもたせることにより、フルカラー表示が可能となる。複数の発光色としては、赤色、緑色および青色の組合せが好ましい。

20       次に、有機ELディスプレイにおける有機EL基板の製造方法について図12および図13に基づいて説明する。

まず、図12（a）に示すように、膜厚130nmのITO付きガラス基板（基板51）に対し、マスク67を使用するフォトリソグラフィ法により、第1電極52としてピッチ120μmで幅100μmのITO透明ストライプ電極を形成した。

## 60

次に、この基板を、従来のウェットプロセス（イソプロピルアルコール、アセトンおよび純水）により洗浄し、さらに従来のドライプロセス（UVオゾン処理およびプラズマ処理）により洗浄した。

次に、図12（b）に示すように、凸版印刷装置68を用いて、PEDOT水溶液（PEDOT/PSSを純粋とエチレングリコールの混合溶液に溶解させたもの）の正孔輸送層形成用塗液を転写し、膜厚50nmの電荷（正孔）輸送層55を形成した。なお、凸版印刷装置68は、ロール部69に電荷（正孔）輸送層形成用塗液を供給するロール基板70を設けたものである。

次に、図12（c）に示すように、インクジェット装置15を用いて、テトラメチルベンゼンに、赤色発光材料を溶解した赤色発光層形成用塗液、緑色発光材料を溶解した緑色発光層形成用塗液、および青色発光材料を溶解した青色発光層形成用塗液を各色の発光層形成領域に塗布した。

この図12（c）に示した発光層形成工程においては、まず、図13（a）に示す第1の工程において、RGBの3色のうち、第1色としてのRの顔料を分散させたインク（赤色発光層形成用塗液）の液滴12を、インクジェット装置15によって噴射し、R発光画素61を形成する。

この場合、液滴12は、着弾後瞬時に乾燥するため、着弾面積が広がらない。したがって、画素形成領域を区画するための隔壁や親撥水の領域の形成が不要である。

ここで、1弾の液滴に含まれる有機EL材料の体積Vは、体積濃度が $\eta$ （%）のとき、

$$V = (4/3) \times \pi \times (D/2)^3 \times (\eta/100)$$

となる。液滴サイズは  $\phi D \mu m$  径であり、着弾時に  $\kappa$  倍の径に拡がると考える。

1 弾で形成される有機 EL 層厚さが、所望する有機 EL 層厚さ  $t$  の  $1/\alpha$  になるとき、即ち重ね打ちによる積層数が  $\alpha$  のとき、

$$V / (\pi \times ((D/2) \times \kappa)^2) = t / \alpha$$

が成り立つ。

この式を整理すると、

$$\eta = \beta \times t / (\alpha \times D)$$

である。

$\beta = 150 \times \kappa^2$  であるから、着弾時に 1.5 倍の径に拡がると考えると、 $\kappa = 1.5$  なので、

$$\eta = 340 \times t / (\alpha \times D)$$

となる。

有機 EL 層 53 の所望の厚さが  $0.05 \mu m$  であり、液滴 12 のサイズが約  $8 \mu m$  径であるとき、インクの濃度は次のようにして決定される。

画素作製時間を短縮するために液滴 12 の重ね打ち回数を少なくする。積層回数は、液滴着弾面積、1 画素の面積、ヘッド（インクジェット装置 15）の駆動周波数、ヘッドのノズル数などにより決まる。

液滴 12 の重ね打ち回数を 100 回以下 ( $\alpha \leq 100$ ) とした場合、必要となるインクの体積濃度  $\eta$  は、

$$\eta = 3.4 \times t / D = 0.02\%$$

となる。さらに重ね打ち回数を減らすため、10 回以下 ( $\alpha \leq 10$ ) と

した場合、同様に、

$$\eta = 34 \times t / D = 0.2\%$$

となる。

また、有機EL層53の表面はなるべく平坦な方が好ましい。このため、液滴12の着弾位置をずらしながら、複数回、有機EL材料を重ねていくのが好ましい。本実施の形態では、2回以上（ $\alpha \geq 2$ ）の重ね打ちを行った。この場合、下段側の隣り合う着弾位置の中心同士の間位置に上段側の液滴12の着弾中心を設定した。これにより、有機EL層53の表面の十分な平滑さが得られた。このときの必要とするインクの体積濃度 $\eta$ は、

$$\eta = 170 \times t / D = 1\%$$

となる。

表4には、インクの濃度、インクの粘度、有機EL層53の生産効率および有機EL層53の表面平滑性に対する着弾した液滴12の積層数（ $\alpha$ ）の影響について調べた結果を示す。

(表6)

表6 積層数の影響

	濃度	粘度	生産効率	表面平滑性
$\alpha=1$	2%	50cP以上	◎	△
$\alpha=2$	1%	20cP	◎	○
$\alpha=10$	0.2%	2.3cP	○	◎
$\alpha=100$	0.02%	2.2cP	○	◎
$\alpha=1000$	0.002%	2.2cP	△	◎

◎:良好 ○:可能 △:不良 ×:不可能 -:適用外

表6の結果から、生産効率と表面平滑性を考慮した場合、積層数（ $\alpha$ ）を2～数百の間に設定し、それに応じてインクの体積濃度を決定するのが好ましいことが分かった。ここでは、生産効率を優先して、 $\alpha$ を2に設定する。このとき、体積濃度は1%であり、インク粘度は20 cPである。これは、従来のインクジェット装置では吐出が困難なものであったが、本インクジェット装置15では吐出が容易である。

上記の結果から、有機EL層53の表面が十分平滑となり、重ね打ち回数が最も少ないのは、体積濃度1%の場合である。この体積濃度は、従来のインクジェット装置で用いられる有機EL層形成用インクの体積濃度0.7%（粘度9.7 cP）に比べて、高濃度であり、かつ液滴サイズが小さい。インクジェット装置15を用いることによって、高粘度のインクの吐出が可能であり、液滴12の飛翔速度が電界により加速されるので、液滴12は着弾後瞬時に乾燥する。

図13（a）に示す第1の工程においてR発光画素61を形成する場合には、インクジェット装置15のノズル1を備えるヘッドまたは被記録側基板14（基板51）を送り方向に移動させながら液滴12の吐出を行なう。この場合、前弾に対して次弾はわずかにずれた位置に重ね打ちする。これにより、所望する厚さのR画素61が得られる。

同様に、図13（b）に示す第2の工程において、RGBの3色のうちの第2色としてのGの顔料を分散させたインクの液滴12を、インクジェット装置15によって噴射し、所望の厚さのG発光画素62を形成する。

同様に、図13（c）に示す第3の工程において、RGBの3色のうちの第3色としてのBの顔料を分散させたインクの液滴12を、インク

ジェット装置 15 によって噴射し、所望の厚さの B 発光画素 63 を形成する。なお、R 発光画素 61、G 発光画素 62 および B 発光画素 63 の形成順序については、上記の順序に限定されることなく、適宜の変更が可能である。

5 各色の発光層材質や溶媒材質、発光層寸法が異なる場合では、最適な体積濃度も異なる。発光層材料の体積濃度が高くなるほど、重ね打ち回数が減り、生産効率が向上するが、インク粘度が大きくなる。インクジェット装置 15 は本実施の形態で用いられたインクの粘度 20 cP より  
10 大きい粘度の吐出が可能であり、さらにインクの体積濃度を高くできる。

有機 EL 層 53 の形成後、シャドウマスクを用い、Al と Li を共蒸着して、第 2 電極 54 としての AlLi 合金電極を形成した。最後に得られた素子を、封止基板 56 となるエポキシ樹脂を用いて封止し、有機 EL ディスプレイを作製した。

15 以上のようにして得られた有機 EL ディスプレイに 30V のパルス電圧を印加して、発光状態を観察したところ、すべての画素から発光が得られ、第 1 電極 52 と第 2 電極 54 との間、第 1 電極 52 同士の間および第 2 電極 54 同士の間でのショートは発生せず、また各色の発光層同士の混じり合いによる混色は観測されなかった。

20 また、有機発光層 58 の膜厚の不均一による画素内での発光の不均一は観測されなかった。

インクジェット装置 15 は、有機 EL ディスプレイの 1 画素に対して、複数のインク液滴を吐出するものであるもので、1 画素に対して 1 ノズルである必要はなく、複数のノズルを使用してもよい。また、有機 EL

## 65

ディスプレイの1画素を充填するのにインクの吐出を連続的行なう必要はなく、複数回に分けて行なってもよい。

また、有機EL層53を形成する場合に、全ての液滴を速乾性の微小液滴にする必要はなく、最初の着弾液を大きくして概形を形成し、その後、インクジェット装置（サブミクロンヘッド）15を使用して微小液滴の吐出を行ない、厚さの微調整、ムラの修正を行なってもよい。

上記の実施形態においては、3色の発光画素ともインクジェット法（インクジェット装置15）を用いて形成したが、任意の1色または2色を、スピコート法やオフセット印刷法、あるいは電着法などを用いて形成してもよい。

また、上記実施形態において、多層構造である有機EL層53のうち、有機発光層58をインクジェット法で、電荷輸送層55を印刷法で形成したが、両方、または、電荷輸送層55のみをインクジェット法で形成してもよい。

また、上記実施形態において、第1色はRであり、第2色はBであったが、第1色をBにして第2色をRにするなど、色の順序を変更してもよい。

また、上記実施形態はストライプ画素配列の有機EL基板を製造する場合について説明したが、図10に示したような色画素配列がデルタ形状の有機EL基板、あるいはその他の有機EL基板であってもよい。

また、本実施形態のインクジェット装置（サブミクロンヘッド）15を用いたインクジェット法では、液滴着弾後瞬時に乾燥するため、液滴が隣り合う画素同士で混じり合うことがないので、従来のインクジェット法におけるような画素間の境界、あるいはインク（液滴）の流出を防

ぐ壁としてのBMが不要である。また、配線メタルによって画素部分以外の部分を遮光するので、有機EL基板に特別にBMを設ける必要がない。したがって、有機EL基板の製造コストが安価になる。なお、上記実施形態においては、BMを設けなかったが、コストアップが許容されるならば、BMを形成してもよい。

本インクジェット装置15では、従来のインクジェット装置では実現できない高粘度の液滴を吐出できるため、有機EL材料の濃度を高くでき、かつ液滴の微小化が可能である。したがって、着弾後瞬時に乾燥という従来には得られない効果があり、このため、重ね打の回数を減らし、かつ重ね打ちにおける前弾と次弾とのインターバル時間を短縮し、作業性を向上させることができる。

さらに、本インクジェット装置15は、ノズル1と記録媒体(対向電極13)との間の電圧を小さくすることができるので、正孔注入層を破壊する危険性がない。

また、静電吸引方式ではない従来のインクジェット装置を使用し、吐出する液滴径を小さくした場合であっても、上述したように、インク体積濃度の増加、十分な飛弾速度が実現できず、その結果として、着弾後瞬時乾燥による重ね打ち作業の効率化は実現できない。

以下に、アクティブマトリクス型有機EL表示体の製造に使用可能なインクジェット装置15の構成について、さらに検討した結果について示す。

上記ノズル1のノズル径とメニスカス7の最大電界強度と強電界領域の関係を図14に示す。

図14に示すグラフから、ノズル径が $\phi 4 \mu\text{m}$ 以下になると、電界集



中が極端に大きくなり最大電界強度を高くすることができるのが分かった。これによって、インクの初期吐出速度を大きくすることができるので、インク（液滴）の飛翔安定性が増すとともに、メニスカス部での電荷の移動速度が増すため吐出応答性が向上する。

5 続いて、吐出したインクの液滴 1 2 における帯電可能な最大電荷量について、以下に説明する。液滴 1 2 に帯電可能な電荷量は、液滴 1 2 のレイリー分裂を考慮した以下の（1）式で示される。

$$q = 8 \times \pi \times (\epsilon_0 \times \gamma \times r^3)^2 \quad (1)$$

10 ここで、 $q$  はレイリー限界を与える電荷量、 $\epsilon_0$  は真空の誘電率、 $\gamma$  はインクの表面張力、 $r$  はインク液滴の半径である。

上記（1）式で求められる電荷量  $q$  がレイリー限界値に近い程、同じ電界強度でも静電力が強く、吐出の安定性が向上するが、レイリー限界値に近すぎると、逆にノズル 1 の吐出孔 1 b でインクの霧散が発生してしまい、吐出安定性に欠けてしまう。

15 ここで、ノズルのノズル径とメニスカス部で吐出する液滴が飛翔を開始する吐出開始電圧、該初期吐出液滴のレイリー限界での電圧値および吐出開始電圧とレイリー限界電圧値の比との関係を示すグラフを図 1 5 に示す。

20 図 1 5 に示すグラフから、ノズル径が  $\phi 0.2 \mu\text{m}$  から  $\phi 4 \mu\text{m}$  の範囲において、吐出開始電圧とレイリー限界電圧値の比が 0.6 を超え、液滴の帯電効率が良い結果となっており、該範囲において安定した吐出が行えることが分かった。

例えば、図 1 6 に示すノズル径とメニスカス部の強電界（ $1 \times 10^6 \text{ V/m}$  以上）の領域の関係で表されるグラフでは、ノズル径が  $\phi 0.2$

以下になると電界集中の領域が極端に狭くなることが示されている。このことから、吐出する液滴は、加速するためのエネルギーを十分に受ける事ができず飛翔安定性が悪くなることを示す。よって、ノズル径は $\phi 0.2 \mu\text{m}$ より大きい設定する必要がある。

5 次に、上記構成のインクジェット装置を実際に駆動する場合の印加電圧、すなわち液滴の吐出開始電圧以上の電圧で最適な電圧値を変動した場合の最大電界強度から誘導されるメニスカス部の初期吐出液滴を一定とした場合の該液滴の電荷量と、液滴の表面張力からくるレイリー限界値との関係を図17のグラフに示す。

10 図17に示すグラフにおいて、A点は上記液滴の電荷量と液滴の表面張力からくるレイリー限界値との交点であり、インクへの印加電圧が、A点より高い電圧であれば、初期吐出液滴にはほぼレイリー限界に近い最大電荷量が形成されており、A点より低い電圧であればレイリー限界以下でかつ吐出に必要な電荷量が形成されていることを示している。

15 ここで、吐出液滴の運動方程式にのみ着目すると、強電界かつ最大電荷量の吐出エネルギーとして最適な条件での飛翔が行われるため、印加電圧としてはA点より高い電圧が好ましい。

ところで、図18に、環境湿度を50%とした場合のインク（ここでは純水）の初期吐出液滴径と乾燥時間（液滴の溶剤が全て蒸発してしまう時間）との関係を示すグラフを示す。このグラフから、初期吐出液滴径が小さい場合には、蒸発によるインクの液滴径の変化が非常に早く、飛翔中の短い時間においても乾燥が進んでしまうことが分かる。

20 このため、初期吐出時に最大電荷量が液滴に形成されていると乾燥による液滴径の減少すなわち電荷が形成されている液滴の表面積が減少す

ることにより、インクの飛翔中にレイリー分裂が発生し、過分の電荷を放出する際に電荷は液滴の一部を引き連れて放出されるため、蒸発以上の飛翔液滴の減少が発生することとなる。

従って、着弾時の液滴径のバラツキおよび着弾精度が悪化するとともに、ノズルと被記録媒体中に分裂したミストが浮遊することになり、被記録媒体を汚染することになる。このため、安定した吐出ドットの形成を考慮すると、初期吐出液滴に誘導される電荷量をレイリー限界に相当する電荷量よりもある程度小さくする必要がある。この場合、該電荷量をレイリー限界値に相当する電荷量の95%程度では、着弾ドット径のバラツキの精度が向上できず、結果的として90%以下にすることが好ましい。

具体的な数値としては、ノズル孔径を針電極の先端形状と見なした場合のメニスカスの最大電界強度による初期吐出液滴径のレイリー限界を算出し、該算出値以下の範囲とすることにより着弾時の液滴のバラツキを抑えることができた。これは、吐出液滴が分離する直前の表面積が吐出直後の液滴に比べ小さく、かつ電荷の移動時間のタイムラグにより、実際の初期吐出液滴に誘導される電荷量は、上記計算により求められる電荷量より小さくなっているためと考えられる。

このような条件であれば、飛翔時のレイリー分裂を防げると共にメニスカス部での吐出液滴の分離時に電荷量が多いことによるミスト化等の安定吐出を軽減する事ができる。

なお、帯電した液滴は、蒸気圧が減少して蒸発しにくくなる。これは、以下の(2)式から分かる。

$$RT\rho/M \times \log(P/P_0) = 2\gamma/r - q^2/(8\pi r^4) \quad (2)$$

ここで、 $R$  は気体定数、 $M$  は気体の分子量、 $T$  は気体の温度、 $\rho$  は気体の密度、 $P$  は微小液滴での蒸気圧、 $P_0$  は平面での蒸気圧、 $\gamma$  はインクの表面張力、 $r$  はインク液滴の半径である。

上記の (2) 式に示されるように、帯電した液滴は、該液滴の帯電量により蒸気圧が減少するもので、帯電量が少なすぎると蒸発の緩和に影響が少ないため、レイリー限界に相当する電界強度および電圧値の 60 % 以上が好ましい結果となった。この結果は、上記と同様にノズル孔径を針電極の先端形状と見なした場合のメニスカスの最大電界強度による初期吐出液滴径のレイリー限界を算出し、該算出値の 0.8 倍以上の範囲を示すことと同じである。

特に、図 18 に示すように、初期吐出液滴径が  $\phi 5 \mu\text{m}$  以下になると乾燥時間は極端に短くなり蒸発の影響を受けやすくなるため、初期吐出液滴の電荷量を低く抑えることは蒸発を抑える観点からより効果があることが分かる。なお、図 18 に示す乾燥時間と初期吐出液滴径との関係を求める場合の周囲湿度は 50 % とした。

また、吐出液滴の乾燥を考慮すると、被記録媒体までの液体の吐出時間を短くする必要がある。

ここで、吐出液滴がメニスカス部より分離してノズルより被記録媒体に着弾するまでの平均飛翔速度を  $5 \text{ m/s}$ 、 $10 \text{ m/s}$ 、 $20 \text{ m/s}$ 、 $30 \text{ m/s}$ 、 $40 \text{ m/s}$ 、 $50 \text{ m/s}$  として、吐出の安定性と着弾ドットの位置精度を比較し、以下の表 7 に示す。

(表7)

初期吐出液滴径	$\phi 0.4 \mu\text{m}$		$\phi 1 \mu\text{m}$		$\phi 3 \mu\text{m}$	
平均吐出速度	吐出安定性	着弾精度	吐出安定性	着弾精度	吐出安定性	着弾精度
5m/s	×(着弾せず)		△	△	○	△
10m/s	○	○	○	○	○	○
20m/s	○	◎	○	◎	○	◎
30m/s	○	◎	○	◎	○	◎
40m/s	○	◎	○	◎	○	◎
50m/s	×(ミスト発生)		×(ミスト発生)		×(ミスト発生)	

表7中の吐出安定性の記号において、×：ほとんど吐出せず、△：連続吐出にて不吐出あり、○：不吐出なしを示しており、着弾精度の記号においては、×：着弾ズレ＞着弾ドット径、△：着弾ズレ＞着弾ドット径×0.5、○：着弾ズレ＜着弾ドット径×0.5、◎：着弾ズレ＜着弾ドット径×0.2を示している。

上記の表7から分かるように、平均飛翔速度5m/sでは、着弾精度が悪く、吐出安定性も悪くなる。特に、ノズル径が $\phi 1 \mu\text{m}$ 以下では、吐出速度が遅いと液滴にかかる空気抵抗の要因が大きくかつ蒸発によるドット径の更なる微少化により、着弾できない場合があった。逆に、平均飛翔速度50m/sでは、印加電圧を高くする必要があるため、メニスカス部での電界強度が非常に強くなり、吐出液滴のミスト化が頻繁に発生してしまい、安定した吐出が難しいことが分かった。

以上のことから、吐出液滴がメニスカス部より分離して被記録媒体に着弾するまでの平均飛翔速度は10m/sから40m/sの間が好ましいことが分かった。

ところで、図18では、周囲湿度として50%とした場合の、初期吐出液滴径と乾燥時間との関係を示したが、図19では、初期吐出液滴径が $\phi 0.5 \mu\text{m}$ でノズルと被記録媒体の距離を0.2mmとした場合の周囲湿度と乾燥時間の関係を示す。

5 図19に示すグラフから、周囲湿度が60%以下では該乾燥速度の数値は大きく変動しないことが分かった。しかしながら、周囲湿度が70%を超えるとインクの蒸発を極端に抑える事が可能であり、周囲湿度を70%以上とする場合には、上記条件等の影響は低いものとなり、特に周囲湿度を95%以上に設定すると乾燥の影響をほぼ無視する事ができ、  
10 本発明のインクジェット記録装置の設計条件の自由度を広くかつ適用範囲を広げる事が可能であることが分かった。

ここで、ノズル径を $\phi 1$ および $\phi 3 \mu\text{m}$ として、初期吐出液滴径を変動した場合の吐出安定性および吐出ドット径バラツキ（着弾バラツキ）を以下の表8に示す。なお、ノズルによる初期吐出径は、印加電圧値を変動することにより制御可能であり、又印加する電圧パルスのパルス幅  
15 を調整する事によっても制御可能であり、ここでは、同一ノズル径での電界強度の影響を排除するため、前記パルス幅を変動させて初期吐出径を調整している。

(表 8)

初期吐出液 滴径 ( $\mu\text{m}$ )	ノズル径( $\mu\text{m}$ )					
	$\phi 1$		$\phi 3$		$\phi 5$	
	バラツキ	吐出安定性	バラツキ	吐出安定性	バラツキ	吐出安定性
$\phi 1$	$\Delta$	$\bigcirc$	$\times$		$\times$	
$\phi 1.5$	$\odot$	$\odot$	$\times$		$\times$	
$\phi 2$	$\odot$	$\odot$	$\times$		$\times$	
$\phi 3$	$\odot$	$\bigcirc$	$\Delta$	$\Delta$	$\times$	
$\phi 5$	$\bigcirc$	$\Delta$	$\odot$	$\odot$	$\Delta$	$\Delta$
$\phi 7$	$\times$		$\odot$	$\bigcirc$	$\odot$	$\bigcirc$
$\phi 10$	$\times$		$\Delta$	$\bigcirc$	$\odot$	$\odot$
$\phi 15$	$\times$		$\Delta$	$\Delta$	$\bigcirc$	$\bigcirc$
$\phi 20$	$\times$		$\times$		$\bigcirc$	$\Delta$

表 8 中の吐出安定性の記号において、 $\times$ ：ほとんど吐出せず、 $\Delta$ ：10 分間連続吐出にて不吐出あり、 $\bigcirc$ ：10 分間連続吐出にて不吐出なし、 $\odot$ ：30 分間連続吐出にて不吐出なしを示しており、バラツキの記号においては、 $\Delta$ ：着弾ドットのバラツキ $>$ 着弾ドット径 $\times 0.2$ 、 $\bigcirc$ ：着弾ドットのバラツキ $\leq$ 着弾ドット径 $\times 0.2$ 、 $\odot$ ：着弾ドットのバラツキ $\leq$ 着弾ドット径 $\times 0.1$ を示している。

表 8 から、ノズル径に対し 1.5 倍～3 倍程度において吐出の安定性が良く、特に 1.5 倍～2 倍において着弾ドット径のバラツキが極端に抑えられることが分かった。これは、メニスカス部から引き出されるインク形状を液柱と見なした場合、該液柱の表面積が該液柱の体積分の球の表面積より大きくなる条件での液滴分離が最も安定するためと考えられる。

上記の構成によれば、インクの吐出直後の液滴量が 1 p l 以下の微少なインク液滴を吐出する静電吸引型インクジェット記録装置において、ノズル 1 の吐出孔 1 b の直径を、インクの吐出直後の液滴直径よりも小

さくすることによりノズル1のメニスカス7に吐出のための電界を集中させることができるので、インクを吐出するのに必要な印加電圧を大幅に下げることができ、個々に分離、吐出する液滴の径のバラツキを小さく安定した吐出を実現可能とした。

5       また、従来必要とされていたバイアス電圧の印加が不要となり、駆動電圧を正負交互に印加する事が可能となり、被記録媒体の表面電位の増加による着弾精度への影響を軽減する事ができた。

10       また、ノズルの孔の直径を $\phi 8 \mu\text{m}$ 以下の範囲とすることによりノズルのメニスカス部に電界を集中させることができると共に、対向電極の位置精度および被記録媒体の材料特性のバラツキや厚さバラツキの影響を受けずに安定した吐出が可能となった。

15       特に、ノズル1の吐出孔1bの直径を $\phi 0.4 \mu\text{m}$ 以上 $\phi 4 \mu\text{m}$ 以下の範囲とすることにより、電界集中が極端に大きくなる。このように、最大電界強度を高くすることが、インクの初期吐出速度を大きくすることになるので、飛翔安定性が増すとともに、メニスカス部での電荷の移動速度が増すため吐出応答性が向上すると共に、レイリー分裂の影響による着弾ドット径のバラツキを抑える事ができる。

20       更に、ノズル1からのインクの吐出直後の液滴直径を、ノズル1の吐出孔1bの直径の1.5倍から3倍以下の範囲とすることにより、吐出の安定性が向上でき、特にインクの吐出直後の液滴直径を該ノズル径の1.5倍から2倍以下の範囲とすることにより吐出ドット径のバラツキを極端に抑えることができる。

本実施の形態では、上述のように、インク室2内のインクに負圧が印加された例について説明したが、インクに正圧が印加された場合でも構



わない。インク室2内のインクに正圧を印加するには、例えば、図20に示すように、インク供給路23の図示しないインクタンク側にポンプ24を設け、該ポンプ24を用いてインク室2内のインクに正圧を印加することが考えられる。この場合、インク室2からのインク吐出のタイミングに合わせて駆動させるように、プロセス制御部25とは別のプロセス制御部26を用いて上記ポンプ24を駆動制御すればよい。このように、インク室2内のインクに正圧を印加するようにすれば、メニスカス部の凸形状を静電力で形成する手間が省け、印加電圧の低減および応答速度の向上が図ることができる。

10      なお、本実施の形態では、説明の簡単化のため単一ノズルを備えたインクジェット装置について説明を行なったが、これに限定されるものではなく、隣接ノズルでの電界強度の影響を考慮した設計を行えば、複数のノズルを有するマルチヘッドを備えたインクジェット装置にも適用可能である。

15      更に、本実施の形態では、対向電極13を常に設けたインクジェット装置について説明したが、表2から分かるように、対向電極13とノズル1の吐出孔1bとの間の距離（ギャップ）は、被記録媒体とノズル間の電界強度にほとんど影響せず、該被記録媒体とノズル間の距離が近く、被記録媒体の表面電位が安定しているならば対向電極は不要となる。

20      本願発明者等は、図21に示すように、従来方法において、静電吸引の過程において形成されるノズル部41のテーラーコーン形状の流体のメニスカス42の液滴吐出直前の先端部曲率44とほぼ同等サイズのノズル径になるように、流体吐出孔側が絞り込まれたノズル43を使用することにより、広範囲に必要であった電場の形成を狭くでき、かつメニ

スкасでの電荷の移動量を少なくできることを見出した。

本願発明者等は、上記の原理を利用して、さらに、ノズル先端部の流体吐出孔の直径を、吐出直後の流体の液滴径よりも小さく設定することで、電荷の集中領域とメニスカス領域とをほぼ同じにできることを見出した。

〔実施の形態２〕

以下、本発明の好適な実施形態について図面を参照して説明する。

本実施の形態の液晶アレイの製造には、図１から図８により説明した静電吸引型のインクジェット装置を使用する。

次に、本実施の形態の液晶アレイの構成について説明する。

本実施の形態の液晶アレイは、図２２に示すように、ＴＦＴ基板１５１とカラーフィルタ基板１５２とを有し、これら両者間にスペーサ１５３が設けられ、このスペーサ１５３によって形成された両基板間の隙間に液晶１５４が充填されたものとなっている。

ＴＦＴ基板１５１は、絶縁基板１５５の上に、ゲート電極１５６ｂ、ゲート絶縁膜１５７、層間絶縁膜１５８、画素電極１５９および配向膜１６０がこの順に順次形成されたものとなっている。カラーフィルタ基板１５２は、ガラス基板１６１の上に、カラーフィルタ１６２および配向膜１６３がこの順に順次形成されたものとなっている。

次に、上記の液晶アレイの製造工程について説明する。

まず、ＴＦＴ基板１５１の製造工程について説明する。このＴＦＴ基板１５１の詳細な構造を図２３および図２４に示す。図２３はＴＦＴ基板１５１の平面図であり、図２４は図２３におけるＡ－Ａ線矢視断面図である。このＴＦＴ基板１５１は、パッシベーション膜を介して層間絶

77

縁膜を形成したタイプのものである。

まず、ガラスなどの絶縁基板 155 の上に、Al、Mo、Ta などをスパッタリング法にて成膜し、フォトリソグラフィ法により、ゲート配線 156a、ゲート電極 156b および補助容量配線 164 を形成し、  
5 さらに陽極酸化法により陽極酸化膜 165 を形成する。

次に、プラズマ CVD 法により、ゲート絶縁膜 (SiNx 膜) 157、a-Si 層 166、n+-Si 層 167 の 3 層を連続して積層状に成膜し、これらをフォトリソグラフィ法により島状にパターニングする。

次に、Al、Mo、Ta などの金属層を成膜し、フォトリソ法により  
10 所定の形状にパターニングし、ソース配線 168 およびドレイン電極 169 を形成する。次に、チャネルエッチングにより、a-Si 層 166 と n+-Si 層 167 のチャネル部を形成する。以上の工程により、各画素にスイッチング素子である TFT (アクティブ素子) 170 が形成される。

15 次に、パッシベーション膜 171 を 350nm 程度成膜する。次に、有機材料などからなる層間絶縁膜 158 を成膜し、フォトリソグラフィ法によりドレイン電極 169 の所定の位置にコンタクトホール 172 を形成する。

次に、有機材料などからなる層間絶縁膜 158 をマスクとして、パッシベーション膜 171 をウェットエッチングあるいはドライエッチングすることにより、コンタクトホール 172 をドレイン電極 169 まで到達させる。  
20

次に、層間絶縁膜 158 の上に透明導電膜からなる画素電極 159 を成膜する。次に、フォトレジストを塗布して、露光、現像する。その後

## 78

、層間絶縁膜 158 の上層の画素電極 159 をウェットエッチングあるいはドライエッチングする。次に、フォトレジストを除去することにより、画素電極 159 を形成する。このようにして、パッシベーション膜 171 を介して層間絶縁膜 158 を形成した TFT 基板 151 が作製される。

次に、カラーフィルタ基板 152 の製造工程について説明する。

図 25 (a) ~ 図 25 (d) はカラーフィルタ基板の製造工程を示す図である。

まず、図 25 (a) に示すように、フォトリソグラフィ工程によりガラス基板等の透明基板 61 上に金属酸化物を積層し、BM174 を形成する。

次に、図 25 (b) ~ 図 25 (d) に示すように、透明基板 61 上に RGB の 3 原色のカラーフィルタ 162 (R 画素 175、G 画素 176、B 画素 177) を顔料分散法により順次形成する。この場合、R 顔料を分散した光硬化性樹脂組成物のフォトレジストをスピンコート法により透明基板 61 の全体に塗布する。その後、露光・現像を行ない、所定の場所に R 画素 175 のカラーフィルタ 162 を形成する。同様に、G 画素 176、B 画素 177 のカラーフィルタ 162 を形成する。

なお、カラーフィルタ 162 の形成方法は顔料分散法に限定されず、印刷法や電着法など他の方法を用いてもよい。電着法を用いた場合、BM174 の形成工程は、カラーフィルタ 162 の形成工程の後になる。

次に、TFT 基板 151 およびカラーフィルタ基板 152 に対してそれぞれ配向膜 160、63 の形成を行う。この工程では、印刷法などを用いて、ポリアミド膜である配向膜 160、63 を TFT 基板 151 お

よびカラーフィルタ基板 152 に形成し、焼成工程により溶媒を蒸発除去する。その後、両基板の配向膜 160、63 に対し、ローラを用いてラビング処理を行う。

次に、スペーサ 153 の形成工程について説明する。この工程は、TFT 基板 151 およびカラーフィルタ基板 152 の形成工程後に行う。本実施の形態において、スペーサ 153 はカラーフィルタ基板 152 に形成する。

スペーサ 153 は、図 1 に示したインクジェット装置 15 を使用し、カラーフィルタ基板 152 における BM174 の上に、スペーサ 153 を形成するための、硬化性樹脂を溶解したスペーサ形成用液体を連続的に吐出することにより形成する。この工程を図 26 に示す。

なお、上記の硬化型樹脂の構成成分としては、アクリル酸エステル、酢酸ビニル等を挙げることができるが、これらに限られるものではない。さらに、上記の硬化型樹脂の組成物に含有される重合体或いは共重合体の構成成分である単量体としては、例えば、N，N-ジメチロールアクリルアミド、N，N-ジメトキシメチルアクリルアミド、N，N-ジエトキシメチルアクリルアミド、N，N-ジメチロールメタクリルアミド、N，N-ジメトキシメチルメタクリルアミド、N，N-ジエトキシメチルメタクリルアミド等が挙げられるが、これらに限られるものではない。これらの単量体は単独重合体、或いは、他のビニル系単量体との共重体で用いられる。他のビニル系単量体としては、アクリル酸、メタクリル酸、アクリル酸メチル、アクリル酸エチル等のアクリル酸エステル、メタクリル酸メチル、メタクリル酸エチル等のメタクリル酸エステル、ヒドロキシメチルメタクリレート、ヒドロキシエチルメタクリレー

ト、ヒドロキシメチルアクリレート、ヒドロキシエチルアクリレート等の水酸基を含有したビニル系単量体、その他スチレン、 $\alpha$ -メチルスチレン、アクリルアミド、メタクリルアミド、アクリロニトリル、アリルアミン、ビニルアミン、酢酸ビニル、プロピオン酸ビニル等を挙げることができる。

また、スぺーサ形成用液体は、硬化型樹脂の他、溶媒として水等を含んでいる。

インクジェット装置 15 のノズル 1 は、ノズル径が  $\phi 6 \mu\text{m}$  のものを使用した。スぺーサ形成用液体の液滴 12 の着弾面 (BM 174 のスぺーサ形成面) の径は  $\phi 10 \mu\text{m}$  となる。スぺーサ形成用液体の体積濃度は 25% であり、1 弾の液滴 12 により形成される厚さは  $0.4 \mu\text{m}$  となる。所望するスぺーサ厚さは  $5 \mu\text{m}$  であり、同じ領域に 11 回の吐出を行うことでスぺーサ 153 が形成される。このとき、スぺーサ形成用液体の液滴 12、即ち硬化性樹脂は、着弾後瞬時に乾燥して硬化するので、BM 174 上に拡がったり、移動したりしない。また、液滴 12 は着弾後瞬時に乾燥しているので、前弾の液滴と次弾の液滴とがぶつかることによる液滴の拡がりがなく、連続的に吐出できる。

スぺーサ形成用液体の濃度は 30 cP とした。インクジェット装置 15 は、さらに高粘度の液体の吐出が可能であり、具体的に 100 cP の液体の吐出が可能であった。このため、スぺーサ形成用液体をさらに高濃度にしてもよい。

また、硬化性樹脂を硬化させるための加熱は不要であるものの、樹脂を安定に硬化させるために、加熱処理を行なってもよい。

本発明におけるスぺーサ 153 の材料は、所望する厚さ、強度のスペ

## 81

ーサが形成される材質のものであれば、硬化性樹脂に限定されない。

次に、T F T基板151とスペーサ153が形成されたカラーフィルタ基板152との貼り合わせ工程、および液晶154の注入工程を行う。

5       貼り合わせ工程においては、まず、カラーフィルタ基板152にシール樹脂を印刷する。このシール樹脂は、T F T基板151と貼り合わせたときに接着するものであり、エポキシ樹脂が用いられる。次に、カラーフィルタ基板152とT F T基板151とをシール樹脂によって貼り合わせる。その後、加熱し、シール樹脂を硬化させる。

10       次に、上記2枚の基板を貼り合わせて形成したアレイを所望の寸法に切断する。次に、真空注入装置を用いて液晶154を注入する。次に、注入口を樹脂で封止する。その後、超音波洗浄を行ない、液晶アレイが完成する。

15       なお、スペーサの形成に使用可能なインクジェット装置15の構成について、さらに検討した結果については、前述のように、図14から図21に基づいて説明したとりである。

〔実施の形態3〕

本発明の実施の他の形態を以下に説明する。

20       本実施の形態の液晶アレイは、図27に示すように、積層構造の前記スペーサ153に代えて、スペーサ材料がつながった状態でノズル1から吐出されることにより形成された柱状のスペーサ181を備えたものとなっている。他の構成は、前記液晶アレイと同様である。したがって、T F T基板151およびカラーフィルタ基板152の各製造工程、並びに配向膜160、63の形成工程は実施の形態1に示した場合と同様

である。

スぺーサ 181 の形成に使用するインクジェット装置 15 は、実施の形態 1 で使用したものとほぼ同様の構成である。ただし、図 1 に示した構成において、ノズル 1 にはノズル径が  $\phi 2 \mu\text{m}$  のものを使用し、さらにインク室 2 にはアクチュエータが取り付けられ、これによりノズル 1 と被記録側基板 14 (カラーフィルタ基板 152) との距離を変化させることができるようになっている。また、スぺーサ形成用液体は、ポリビニルフェノールのエタノール溶液とした。

図 28 (a) ~ 図 28 (c) に本実施の形態におけるスぺーサ形成工程を示す。

まず、図 28 (a) に示すように、ノズル 1 をカラーフィルタ基板 152 に対して垂直に保持し、ノズル先端とカラーフィルタ基板 152 上の BM 174 とを接触させた。このとき、ノズル電極 5 には電圧を印加していない。

次に、図 28 (b) に示すように、ノズル電極 5 に直流電圧を印加しながら、前記アクチュエータにより、ノズル 1 をカラーフィルタ基板 152 から離す方向に移動させた。直流電流によりノズル 1 内で溶液が凝縮し、ノズル 1 の引き上げに伴い、ポリビニルフェノールが棒状につながった状態で吐出され、柱状のスぺーサ 181 が形成される。

所望するスぺーサ 181 の高さは  $5 \mu\text{m}$  なので、スぺーサ 181 となる柱がその高さに達したとき、図 28 (c) に示すように、電源を OFF にし、ノズル 1 はそのまま上に移動させる。これにより、スぺーサ 181 の柱はノズル 1 から離れる。この結果、TF T 基板 151 とカラーフィルタ基板 152 との距離を保持する柱状のスぺーサ 181 が得られ



る。

〔実施の形態 4〕

本発明の実施のさらに他の形態を以下に説明する。

本実施の形態の液晶アレイは、図 29 に示すように、積層構造の前記  
5 スペーサ 153 に代えて、ノズル 1 からスペーサとなる球状粒子と吐出  
することにより形成された球状のスペーサ 182 を備えたものとなっ  
ている。他の構成は、前記液晶アレイと同様である。したがって、TFT  
基板 151 およびカラーフィルタ基板 152 の各製造工程、並びに配向  
膜 160、63 の形成工程は実施の形態 1 に示した場合と同様である。

10 スペーサ 182 の形成に使用するインクジェット装置 15 は、実施の  
形態 1 で使用したものとほぼ同様の構成である。ただし、図 1 に示した  
構成において、ノズル 1 にはノズル径が  $\phi 8 \mu\text{m}$  のものを使用した。ノ  
ズル 1 から吐出される 1 滴の量は  $0.25 \text{ pl}$  となる。

15 図 30 に本実施の形態におけるスペーサ形成工程を示す。本実施の形  
態において、スペーサ形成用液体としては、スペーサ 182 となる直径  
 $3 \mu\text{m}$  のプラスチックの球状粒子をアルコールに混ぜたものを使用し  
ている。この溶液は、特に材質を指定されるものでなく、球状粒子（ス  
ペーサ 182）、および配向膜 163 を溶解しないものが好ましい。

20 スペーサ 182 の形成においては、ノズル 1 から上記のスペーサ形成  
用液体の液滴 12 を、カラーフィルタ基板 152 における BM174 上  
に着弾するように吐出する。この場合、液滴 12 の液自体は着弾後瞬時  
に乾燥するため、液滴 12 の周りにスペーサ 182 が集まることがない  
。したがって、スペーサ 182 がカラーフィルタ基板 152 上に散らば  
り、局所的に開口率が悪化する事態を生じることがない。

## 84

インクジェット装置 15 の動作の切り替えは、プロセス制御部 25 からノズル電極 5 への印加電圧の周波数、または振幅の変更により行う。

インクジェット装置 15 の特徴として、印加電圧の周波数がある値以上になると、あるいは振幅がある値以下になると、液滴 12 が吐出されなくなる。しかしながら、吐出条件以上の高周波数、低振幅であっても、ノズル 1 内には印加電圧による攪拌作用が働く。このため、非吐出時でもノズル電極 5 に電圧を印加することにより、ノズル 1 の目詰まりを防ぐことができる。

## 〔実施の形態 5〕

本発明の実施のさらに他の形態を以下に説明する。

本実施の形態の液晶アレイは、球状の粒子からなるスペーサ 182 を備えたものとなっている。このスペーサ 182 はカラーフィルタ基板 152 上に散布されたものである。したがって、スペーサ 182 が配置される位置は、図 30 に示した液晶アレイのように、BM174 上には限定されない。他の構成は、前記液晶アレイと同様である。したがって、TF T 基板 151 およびカラーフィルタ基板 152 の各製造工程、並びに配向膜 160、63 の形成工程は実施の形態 1 に示した場合と同様である。

本実施の形態において使用するインクジェット装置 15 は、実施の形態 1 で使用したものとほぼ同様の構成である。ただし、ノズル 1 にはノズル径が  $\phi 8 \mu\text{m}$  のものを使用した。したがって、ノズル 1 から吐出される 1 滴の量は  $0.25 \text{ p l}$  となる。

スペーサ形成工程においては、まず、直径  $5 \mu\text{m}$  のプラスチック球である球状のスペーサ 182 をアルコールに混ぜ、スプレーによりカラ

ーフィルタ基板 1 5 2 上に散布した。

このとき、カラーフィルタ基板 1 5 2 上に付着した 1 つの液滴の周りに複数のスぺーサ 1 8 2 が集まり、スぺーサ集合体を形成する。このままでは、スぺーサ集合体がアルコールの乾燥後もその位置で保持され、  
5 局所的な開口率の低下を招来する。そこで、本実施の形態では、インクジェット装置 1 5 を使用してスぺーサ集合体のスぺーサ 1 8 2 が適当に分散するように処理している。次に、この処理について、図 3 1 (a) (b) により説明する。

まず、図 3 1 (a) に示すように、観察手段である CCD カメラ 8 4  
10 によりスぺーサ散布領域を観察し、スぺーサ集合体 1 8 3 の有無を調べる。次に、CCD カメラ 8 4 により観察されたスぺーサ集合体 1 8 3 の中心の真上位置にノズル 1 が位置するように、ノズル 1 とカラーフィルタ基板 1 5 2 との相対位置を調整する。

次に、図 3 1 (b) に示すように、互いに近い位置にあるスぺーサ 1  
15 8 2 に対して液滴 1 2 を吐出する。この液滴 1 2 の液体は、特に材質を指定されるものでなく、スぺーサ 1 8 2 および配向膜 1 6 3 を溶解しない材質のものが好ましい。

液滴 1 2 をぶつけられたスぺーサ集合体 1 8 3 では、スぺーサ 1 8 2 同士が互いに離れるように移動する。これにより、スぺーサ 1 8 2 が隣り合ったりすることによる液晶アレイの開口率の局所的な悪化が回避される。  
20

上記液滴 1 2 の吐出は、スぺーサ集合体 1 8 3 に対して行うのに加えて、例えば BM 1 7 4 上から離れた位置に存在する 1 個のスぺーサ 1 8 2 に対して行ってもよい。この場合には、BM 1 7 4 上から離れた位置

にあるスペーサ 182 を BM 上に移動させることができ、開口率の低下を防ぐことができる。

なお、以上の実施の形態において、スペーサは、何れもカラーフィルタ基板 152 に形成していたが、これに限定されることなく、TFT 基板 151 に形成してもよい。また、スペーサの形成位置は、BM174 上が望ましいものの、これに限定されるものではない。

以上のように、本発明のカラーフィルタ基板の製造方法は、着弾した液滴が早く乾燥する構成として着弾後の液滴の移動を抑制し、正確かつ安価にカラーフィルタ層を形成できるようにする。このために、本発明のカラーフィルタ基板の製造方法では、インクジェット方式により、カラーフィルタ層料を含む液体をノズルの吐出孔から液滴 12 として吐出し、カラーフィルタ層を形成する。吐出孔 1b の径が液滴 12 の径よりも小さい静電吸引型のインクジェット装置 15 を使用し、このインクジェット装置 15 のノズルから 1 滴の量が 1 p l 以下の液滴を吐出してカラーフィルタ層を形成するようにしている。

#### 〔実施の形態 6〕

以下、本発明の好適な実施形態について図面を参照して説明する。

まず、本実施の形態のカラーフィルタ基板の製造には、図 1 から図 8 により説明した静電吸引型のインクジェット装置を使用する。

次に、図 1 に示したインクジェット装置 15 を使用して製造されるカラーフィルタ基板の製造方法について説明する。図 3 2 に示すように、本実施の形態において、カラーフィルタ基板 252 は TFT 基板 251 と共に液晶アレイに備えられている。

この液晶アレイは、同図に示すように、TFT 基板 251 とカラーフ

## 87

ィルタ基板 252 とを有し、これら両者間にスペーサ 253 が設けられ、このスペーサ 253 によって形成された両基板間の隙間に液晶 254 が充填され、図示しないシール部材によりシールされたものとなっている。

5        T F T 基板 251 は、基板 255 の上に、ゲート電極 256、ゲート絶縁膜 257、層間絶縁膜 258、画素電極 259 および配向膜 260 がこの順に順次形成され、T F T 264 を有している。配向膜 260 上には、スペーサ 253 としてプラスチック球が散布されている。カラーフィルタ基板 252 は、基板 261 の上に、カラーフィルタ層 262 および配向膜 263 がこの順に順次形成されたものとなっている。

      上記の基板 255、261 としては、石英基板やガラス基板などの無機材料基板、またはポリエチレンテレフタレート基板、ポリエーテルサルフォン基板やポリイミド基板などの樹脂基板を使用可能であるものの、本発明はこれらに限定されるものではない。

15        なお、従来のカラーフィルタ基板には、カラーフィルタ層 262 の隣り合う画素のコントラストを明瞭にするために B M が設けられていた。しかしながら、本実施の形態のカラーフィルタ基板 252 では、T F T 基板 251 に形成されるゲート配線およびソース配線などのメタル配線を B M として利用するため、専用の B M は形成されない。

20        次に、図 1 に示したインクジェット装置 15 から吐出されるカラーフィルタ形成用塗液、即ちインクについて説明する。

      本実施の形態においては、赤、緑、青の各色カラーフィルタ層 262 を形成するためのインク（即ち、画素用カラーインク）を、次のようにして調製した。

(A) 赤色顔料、界面活性剤、樹脂および水を混合し、この混合物を、室温で1時間振動させ、顔料の微細分散化処理を行うことにより、赤インクを調製した。

(B) 赤色顔料の代わりに緑色顔料を用いたこと以外は上記(A)と同様にして、緑インクを調製した。

(C) 赤色顔料の代わりに青色顔料を用いたこと以外は上記(A)と同様にして、青インクを調製した。

次に、カラーフィルタ(画素)の配置について説明する。

カラーフィルタ基板252を備えた液晶ディスプレイにおいて、画素の配置は、図33(a)に示すように、赤色(R)カラーフィルタ画素271、緑色(G)カラーフィルタ画素272および青色(B)カラーフィルタ画素273がマトリックス状に配置されたストライプ配列とされる。なお、画素の配置は、その他、図33(b)、図33(c)にそれぞれ示すように、モザイク配列、デルタ配列であってもよい。

カラーフィルタ基板252において、Rカラーフィルタ画素271、Gカラーフィルタ画素272およびBカラーフィルタ画素273それぞれの占有面積の割合は、必ずしも1:1:1である必要はない。また、各画素の占有面積は、同一であっても、各画素によって異なってもよい。

一般に、異なる色をもつ画素間には、隣り合うカラーフィルタ層262同士の混じり合いを防止するために隔壁を設けるのが好ましい。しかしながら、本発明の製造方法の場合、カラーフィルタ層262を形成するインクは着弾後瞬時に乾燥するため、液滴が広がらず、カラーフィルタ層材料を積層塗布することができる。このため、隣り合う画素同士の

カラーフィルタ層 262 が接したり、混じりあったりすることがない。  
したがって、隔壁の作製を省略することができる。

一方、隔壁は、隣り合う画素のコントラストを明瞭にする目的で作製してもよい。この場合、隔壁の高さは、隣り合うカラーフィルタ層 262 同士 5 2 同士の混じり合いを防止する役割を持たせる必要がないので、カラーフィルタ層 262 よりも低くてよい。

隔壁は、単層構造でも多層構造でもよく、各画素間に配置されていてもよく、異なる色のカラーフィルタ層 262 間に配置されていてもよい。隔壁の材質は、カラーフィルタ材料を溶解もしくは分散した溶媒、即ちカラーフィルタ形成用塗液の溶媒に不溶もしくは難溶であるものが好ましい。ディスプレイとしての表示品位を向上させる意味で、ブラックマトリックス (BM) 用の材料 (例えば、クロムおよび樹脂ブラックなど) を用いるのが特に好ましい。

次に、各画素に対応した画素電極 259 の接続方法について説明する  
15 。

例えば図 34 に示すように、カラーフィルタ基板 252 を備えた液晶ディスプレイ 274 では、画素電極 259 が TFT 264 を介して共通の配線、即ちソースバスライン 275 およびゲートバスライン 276 に接続されている。液晶ディスプレイ 274 では、同図に示すように、複数の画素がマトリックス状に配置されており、これらの画素にカラーフィルタ基板 252 にて複数の色をもたせることにより、フルカラー表示が可能となる。複数の色としては、赤色、緑色および青色の組合せが好ましい。

次に、カラーフィルタ基板 252 におけるカラーフィルタ層 262 の

形成方法について説明する。

カラーフィルタ層 262 の形成工程においては、下記のように、インクジェット装置 15 を使用し、上述した赤インク、緑インクおよび青インクを順次インクジェットパターンニング塗布した。

- 5       まず、図 35 (a) に示す第 1 の工程において、RGB の 3 色のうち、第 1 色としての R の顔料を分散させた赤インクの液滴 12 を、インクジェット装置 15 によって噴射し、R カラーフィルタ画素 271 を形成する。

10       この場合、液滴 12 は、着弾後瞬時に乾燥するため、着弾面積が拡がらない。したがって、画素形成領域を区画するための隔壁や親撥水の領域の形成が不要である。

ここで、1 弾の液滴に含まれるカラーフィルタ材料の体積  $V$  は、体積濃度が  $\eta$  (%) のとき、

$$V = (4/3) \times \pi \times (D/2)^3 \times (\eta/100)$$

- 15       となる。液滴サイズは  $\phi D \mu m$  径であり、着弾時に  $\kappa$  倍の径に拡がると考える。

1 弾で形成されるカラーフィルタ層厚さが、所望するカラーフィルタ層厚さ  $t$  の  $1/\alpha$  になるとき、即ち重ね打ちによる積層数が  $\alpha$  のとき、

$$V / (\pi \times ((D/2) \times \kappa)^2) = t / \alpha$$

- 20       が成り立つ。

この式を整理すると、

$$\eta = \beta \times t / (\alpha \times D)$$

である。

$\beta = 150 \times \kappa^2$  であるから、着弾時に 1.5 倍の径に拡がると考え



ると、 $\kappa = 1.5$ なので、

$$\eta = 340 \times t / (\alpha \times D)$$

となる。

5 カラーフィルタ層262の所望の厚さが $1\mu\text{m}$ であり、液滴12のサイズが約 $8\mu\text{m}$ 径であるとき、インクの濃度は次のようにして決定される。

画素作製時間を短縮するために液滴12の重ね打ち回数を少なくする。積層回数は、液滴着弾面積、1画素の面積、ヘッド（インクジェット装置15）の駆動周波数、ヘッドのノズル数などにより決まる。

10 液滴12の重ね打ち回数を100回以下（ $\alpha \leq 100$ ）とした場合、必要となるインクの体積濃度 $\eta$ は、

$$\eta = 3.4 \times t / D = 0.4\%$$

となる。さらに重ね打ち回数を減らすため、10回以下（ $\alpha \leq 10$ ）にした場合、同様に、

15  $\eta = 34 \times t / D = 4\%$

となる。

また、カラーフィルタ層262の表面はなるべく平坦な方が好ましい。このため、液滴12の着弾位置をズラしながら、複数回、カラーフィルタ材料を重ねていくのが好ましい。本実施の形態では、2回以上（ $\alpha$

20  $\geq 2$ ）の重ね打ちを行った。この場合、下段側の隣り合う着弾位置の中心同士の間位置に上段側の液滴12の着弾中心を設定した。これにより、カラーフィルタ層262の表面の十分な平滑さが得られた。このときの必要とするインクの体積濃度 $\eta$ は、

$$\eta = 170 \times t / D = 20\%$$

となる。

表 6 には、インクの濃度、インクの粘度、カラーフィルタ層 2 6 2 の生産効率およびカラーフィルタ層 2 6 2 の表面平滑性に対する着弾した液滴 1 2 の積層数 ( $\alpha$ ) の影響について調べた結果を示す。

(表9)

表9 積層数の影響

	濃度	粘度	生産効率	表面平滑性
$\alpha=1$	2%	高	◎	△
$\alpha=2$	20%	高	◎	○
$\alpha=10$	4%	中	○	◎
$\alpha=100$	0. 4%	低	○	◎
$\alpha=1000$	0. 04%	低	△	◎

表 9 の結果から、生産効率と表面平滑性とを考慮した場合、積層数 ( $\alpha$ ) を 2 ～ 数百の間で設定し、それに応じてインクの体積濃度を決定するのが好ましいことが分かった。ここでは、生産効率を優先して、 $\alpha$  を 2 に設定する。このとき、体積濃度は 1 % であり、インク粘度は高粘度である。これは、従来のインクジェットでは吐出が困難なものであったが、本インクジェット装置 1 5 では吐出が容易である。

上記の結果から、カラーフィルタ層 2 6 2 の表面が十分平滑となり、重ね打ち回数が最も少ないのは、体積濃度 1 % の場合である。この体積濃度は、従来のインクジェットで用いられるカラーフィルタ層形成用インクの体積濃度に比べて、高濃度であり、かつ液滴サイズが小さい。インクジェット装置 1 5 を用いることによって、高粘度のインクの吐出が可能であり、液滴 1 2 の飛翔速度が電界により加速されるので、液滴 1

2は着弾後瞬時に乾燥する。

図35(a)に示す第1の工程においてRカラーフィルタ画素271を形成する場合には、インクジェット装置15のノズル1を備えるヘッドまたは被記録側基板14(基板261)を送り方向に移動させながら液滴12の吐出を行なう。この場合、前弾に対して次弾はわずかにずれた位置に重ね打ちする。これにより、所望する厚さのRカラーフィルタ画素271が得られる。

同様に、図35(b)に示す第2の工程において、RGBの3色のうちの第2色としてのGの顔料を分散させた緑インクの液滴12を、インクジェット装置15によって噴射し、所望の厚さのGカラーフィルタ画素272を形成する。

同様に、図35(c)に示す第3の工程において、RGBの3色のうちの第3色としてのBの顔料を分散させた青インクの液滴12を、インクジェット装置15によって噴射し、所望の厚さのBカラーフィルタ画素273を形成する。なお、Rカラーフィルタ画素271、Gカラーフィルタ画素272およびBカラーフィルタ画素273の形成順序については、上記の順序に限定されることなく、適宜の変更が可能である。

各色のカラーフィルタ層262の材質や溶媒材質、カラーフィルタ層262の寸法が異なる場合では、最適な体積濃度も異なる。カラーフィルタ層材料の体積濃度が高くなるほど、重ね打ち回数が減り、生産効率が向上するが、インク粘度が高くなる。インクジェット装置15は本実施の形態で用いられたインクの粘度よりも大きい粘度の吐出が可能であり、さらにインクの体積濃度を高くできる。

その後、上記のようにしてRカラーフィルタ画素271、Gカラーフ

ィルタ画素 272 および B カラーフィルタ画素 273 の 3 色の画素パターンを形成した基板 261 を焼成し、その上に図示しない透明保護膜を塗布して焼成し、カラーフィルタ基板 252 を得た。

一方、上記カラーフィルタ基板 252 と張り合わせる TFT 基板 251 5 1 では、ソースバスライン 275 とゲートバスライン 276 とを層間絶縁膜 258 を介して重ね合わせる。このようにすると、ソースバスライン 275 およびゲートバスライン 276 は、TFT 基板 251 の画素部分以外の部分を遮光する BM として機能する。したがって、カラーフィルタ基板 252 には BM が不要となり、BM の製造工程が削除されて安価にカラーフィルタ基板 252 を製造できる。 10

なお、インクジェット装置 15 は、カラーフィルタ層 262 の 1 画素に対して、複数のインク液滴を吐出するものであるもので、1 画素に対して 1 ノズルである必要はなく、複数のノズルを使用してもよい。また、カラーフィルタ層 262 の 1 画素を充填するのにインクの吐出を連続的に 15 に行なう必要はなく、複数回に分けて行なってもよい。

また、カラーフィルタ層 262 を形成する場合に、全ての液滴を速乾性の微小液滴にする必要はなく、最初の着弾液を大きくして概形を形成し、その後、インクジェット装置（サブミクロンヘッド）15 を使用して微小液滴の吐出を行ない、厚さの微調整、ムラの修正を行なってもよい。 20

上記の実施の形態においては、3 色のカラーフィルタ層 262 ともインクジェット法（インクジェット装置 15）を用いて形成したが、任意の 1 色または 2 色のカラーフィルタ層 262 を、スピコート法やオフセット印刷法、あるいは電着法などを用いて形成してもよい。

また、上記の実施の形態において、第1色はRであり、第2色はBであったが、第1色をBにして第2色をRにするなど、色の順序を変更してもよい。

また、上記の実施の形態はストライプ画素配列のカラーフィルタ基板  
252を製造する場合について説明したが、図33に示したような色画  
素配列がデルタ形状のカラーフィルタ基板、あるいはその他のTFT基  
板であってもよい。

また、本実施の形態のインクジェット装置（サブミクロンヘッド）1  
5を用いたインクジェット法では、液滴着弾後瞬時に乾燥するため、液  
滴が隣り合う画素と混じり合うことがないので、従来のインクジェット  
法におけるような画素間の境界、あるいはインク（液滴）の流出を防ぐ  
壁としてのBMが不要である。また、配線メタルによって画素部分以外  
の部分に遮光するので、カラーフィルタ基板252に特別にBMを設ける  
必要がない。したがって、カラーフィルタ基板252の製造コストが  
安価になる。なお、上記実施形態においては、BMを設けなかったが、  
コストアップが許容されるならば、BMを形成してもよい。

本インクジェット装置15では、従来のインクジェット装置では実現  
できない高粘度の液滴を吐出できるため、カラーフィルタ材料の濃度を  
大きくでき、かつ液滴の微小化が可能である。したがって、着弾後瞬時  
に乾燥という従来には得られない効果があり、このため、重ね打の回数を減らし、かつ重ね打ちにおける前弾と次弾とのインターバル時間を短縮し、作業性を向上させることができる。

さらに、本インクジェット装置15は、ノズル1と記録媒体（対向電極13）との間の電圧を小さくすることができるので、TFT264等

を破壊する危険性がない。

また、静電吸引方式ではない従来のインクジェット装置を使用し、吐出する液滴径を小さくした場合であっても、上述したように、インク体積濃度の増加、十分な飛弾速度が実現できず、その結果として、着弾後  
5 瞬時乾燥による重ね打ち作業の効率化は実現できない。

なお、カラーフィルタ基板 2 5 2 におけるカラーフィルタ層 2 6 2 の製造に使用可能なインクジェット装置 1 5 の構成について、さらに検討した結果については、前述のように、図 1 4 から図 2 1 に基づいて説明したとおりである。

10 以上のように、本発明の液晶アレイの製造方法は、インクジェット方式を利用して、開口率を低下させることなく、所望の厚みのスペーサを容易に得るようにしている。このために、液晶アレイの製造方法では、対向配置された一对の基板の少なくとも一方に開口部を有し、両基板間に液晶充填用の隙間を形成するスペーサが設けられ、インクジェット方  
15 式によりノズル 1 の吐出孔 1 b からスペーサ材料の液滴を吐出し、それを硬化させてペーサを形成する。ノズル 1 の吐出孔 1 b 径が液滴 1 2 の径よりも小さい静電吸引型のインクジェット装置 1 5 を使用し、ノズル 1 から 1 滴の量が 1 p 1 以下の液滴を吐出するようになっている。

20 尚、発明を実施するための最良の形態の項においてなした具体的な実施態様または実施例は、あくまでも、本発明の技術内容を明らかにするものであって、そのような具体例にのみ限定して狭義に解釈されるべきものではなく、本発明の精神と次に記載する特許請求の範囲内で、いろいろと変更して実施することができるものである。

## 産業上の利用の可能性

5

本発明のアクティブマトリクス型有機EL表示体の製造方法にて製造されるアクティブマトリクス型有機EL表示体は、カラーテレビやパーソナルコンピュータ等の表示装置として利用される。また、本発明の液晶アレイの製造方法にて製造される液晶アレイは、液晶カラーテレビやパーソナルコンピュータ等の表示装置に利用される。さらに、本発明のカラーフィルタ基板の製造方法にて製造されるカラーフィルタ基板は、例えば、カラーテレビやパーソナルコンピュータ等の表示装置となるカラー液晶表示装置に利用される。

## 請求の範囲

1. インクジェット方式により、有機EL層材料を含む液体をノズルの吐出孔から液滴として吐出し、有機EL層を形成するアクティブマトリクス型有機EL表示体の製造方法において、

前記吐出孔の径が前記液滴の径よりも小さい静電吸引型インクジェット装置を使用し、このインクジェット装置のノズルから1滴の量が1 p l以下の液滴を吐出することを特徴とするアクティブマトリクス型有機EL表示体の製造方法。

2. 前記液体として、体積濃度が、同一の有機EL層形成領域に重ね打ちされた前記液滴により形成される積層数から求まる値のものを使用することを特徴とする請求項1に記載のアクティブマトリクス型有機EL表示体の製造方法。

3. 前記液体として、粘度が20 c P以上のものを使用することを特徴とする請求項1に記載のアクティブマトリクス型有機EL表示体の製造方法。

4. 前記有機EL層は有機発光層を含んでいることを特徴とする請求項1に記載のアクティブマトリクス型有機EL表示体の製造方法。

5. 前記有機EL層は電荷輸送層を含んでいることを特徴とする請求項1に記載のアクティブマトリクス型有機EL表示体の製造方法。

6. インクジェット方式により、ノズルの吐出孔から有機EL層材料を含む液体を液滴として吐出し、有機EL層を形成するアクティブマトリクス型有機EL表示体の製造方法において、

ノズルから1滴の量が1 p l以下の液滴を吐出する静電吸引型インク



ジェット装置を使用し、

同一の有機EL層形成領域に重ね打ちされた前記液滴により形成される積層数を $\alpha$ 、液滴径に対する、有機EL層形成領域に着弾した液滴の着弾径の比から求まる値を $\beta$ 、液滴径をD、形成する有機EL層の厚さをtとしたときに、前記液体として、体積濃度 $\eta$  (%) が略 $\beta \times t / (\alpha \times D)$  となるものを使用することを特徴とするアクティブマトリックス型有機EL表示体の製造方法。

7. 静電吸引型インクジェット装置として、前記吐出孔の径が前記液滴の径よりも小さいものを使用することを特徴とする請求項6に記載のアクティブマトリックス型有機EL表示体の製造方法。

8. 前記液体として、粘度が20 cP以上のものを使用することを特徴とする請求項6に記載のアクティブマトリックス型有機EL表示体の製造方法。

9. 前記有機EL層は有機発光層を含んでいることを特徴とする請求項6に記載のアクティブマトリックス型有機EL表示体の製造方法。

10. 前記有機EL層は電荷輸送層を含んでいることを特徴とする請求項1または3に記載のアクティブマトリックス型有機EL表示体の製造方法。

11. 請求項1から10の何れか1項に記載のアクティブマトリックス型有機EL表示体の製造方法により製造されたことを特徴とするアクティブマトリックス型有機EL表示体。

12. インクジェット方式により、有機EL層材料を含む液体をノズルの吐出孔から液滴として吐出し、有機EL層を形成するアクティブマトリックス型有機EL表示体の製造装置において、

## 100

前記吐出孔の径が前記液滴の径よりも小さいノズルを使用し、静電吸引型のインクジェット方式により、前記ノズルから1滴の量が1 p l以下の液滴を吐出することを特徴とするアクティブマトリックス型有機E L表示体の製造装置。

- 5 1 3. インクジェット方式により、ノズルの吐出孔から有機E L層材料を含む液体を液滴として吐出し、有機E L層を形成するアクティブマトリックス型有機E L表示体の製造装置において、

静電吸引型のインクジェット方式により、前記ノズルから1滴の量が1 p l以下の前記液滴を吐出させるとともに、

- 10 同一の有機E L層形成領域に重ね打ちされた前記液滴により形成される積層数を $\alpha$ 、液滴径に対する、有機E L層形成領域に着弾した液滴の着弾径の比から求まる値を $\beta$ 、液滴径をD、形成する有機E L層の厚さをtとしたときに、前記液体として、体積濃度 $\eta$  (%)が略 $\beta \times t / (\alpha \times D)$ となるものを使用することを特徴とするアクティブマトリックス型有機E L表示体の製造装置。
- 15

- 1 4. 対向配置された一对の基板の少なくとも一方に開口部を有し、これら両基板間に液晶充填用の隙間を形成するスペーサが設けられ、インクジェット方式によりノズルの吐出孔からスペーサ材料の液滴を吐出し、それを硬化させることにより前記スペーサを形成する液晶アレイの製造方法において、
- 20

前記吐出孔の径が前記液滴の径よりも小さい静電吸引型インクジェット装置を使用し、このインクジェット装置のノズルから1滴の量が1 p l以下の液滴を吐出することを特徴とする液晶アレイの製造方法。

- 1 5. 前記ノズルからの吐出物の粘度が30 c P以上であることを特徴

## 101

とする請求項14に記載の液晶アレイの製造方法。

16. 前記スペーサを形成する基板には、透明基板上に少なくとも3色以上の色で着色されたカラーフィルタが形成されていることを特徴とする請求項14に記載の液晶アレイの製造方法。

5 17. 前記スペーサを形成する基板が、画素毎にアクティブ素子を備えたアクティブマトリクス基板であることを特徴とする請求項14に記載の液晶アレイの製造方法。

18. 対向配置された一対の基板の少なくとも一方に開口部を有し、これら両基板間に液晶充填用の隙間を形成するスペーサが設けられ、インクジェット方式によりノズルの吐出孔からスペーサ材料を吐出し、それを硬化させることにより前記スペーサを形成する液晶アレイの製造方法において、

10

前記ノズルの先端部を基板のスペーサ形成面に接触させ、この状態で、前記スペーサ材料を凝縮させるために、ノズルに設けられた電極に電圧を印加し、この電圧印加状態を維持しながら、前記ノズルから連続的に前記スペーサ材料を吐出させるとともに、前記ノズルと前記基板との位置を離していき、前記基板に柱状のスペーサを形成することを特徴とする液晶アレイの製造方法。

15

19. 前記ノズルの吐出孔の径が $8\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項18に記載の液晶アレイの製造方法。

20

20. 前記ノズルからの吐出物の粘度が $30\text{cP}$ 以上であることを特徴とする請求項18に記載の液晶アレイの製造方法。

21. 前記スペーサを形成する基板には、透明基板上に少なくとも3色以上の色で着色されたカラーフィルタが形成されていることを特徴とす

## 102

る請求項18に記載の液晶アレイの製造方法。

22. 前記スペーサを形成する基板が、画素毎にアクティブ素子を備えたアクティブマトリクス基板であることを特徴とする請求項18に記載の液晶アレイの製造方法。

5 23. 対向配置された一对の基板の少なくとも一方に開口部を有し、これら両基板間に液晶充填用の隙間を形成するスペーサが設けられている液晶アレイの製造方法において、

10 ノズルの吐出孔の径が吐出する液滴の径よりも小さい静電吸引型インクジェット装置を使用し、このインクジェット装置のノズルから、固体スペーサを含む液体を、1滴の量が1p1以下の液滴としてスペーサ形成面に吐出し、前記スペーサを形成することを特徴とする液晶アレイの製造方法。

24. 前記ノズルからの吐出物の粘度が30cP以上であることを特徴とする請求項23に記載の液晶アレイの製造方法。

15 25. 前記スペーサを形成する基板には、透明基板上に少なくとも3色以上の色で着色されたカラーフィルタが形成されていることを特徴とする請求項23に記載の液晶アレイの製造方法。

20 26. 前記スペーサを形成する基板が、画素毎にアクティブ素子を備えたアクティブマトリクス基板であることを特徴とする請求項23に記載の液晶アレイの製造方法。

27. 対向配置された一对の基板の少なくとも一方に開口部を有し、これら両基板間に液晶充填用の隙間を形成するスペーサが設けられている液晶アレイの製造方法において、

スペーサ配置面に個体スペーサを配置した後、

## 103

ノズルの吐出孔の径が吐出する液滴の径よりも小さい静電吸引型インクジェット装置を使用し、このインクジェット装置のノズルから1滴の量が1 p l以下の液滴を吐出し、その液滴を前記固体スぺーサに衝突させることにより固体スぺーサを移動させ、個体スぺーサの位置決めを行うことを特徴とする液晶アレイの製造方法。

28. 前記ノズルからの吐出物の粘度が30 c P以上であることを特徴とする請求項27に記載の液晶アレイの製造方法。

29. 前記スぺーサを形成する基板には、透明基板上に少なくとも3色以上の色で着色されたカラーフィルタが形成されていることを特徴とする請求項27に記載の液晶アレイの製造方法。

30. 前記スぺーサを形成する基板が、画素毎にアクティブ素子を備えたアクティブマトリクス基板であることを特徴とする請求項27に記載の液晶アレイの製造方法。

31. 請求項14, 18, 23, 27の何れか1項に記載の液晶アレイの製造方法により製造されたことを特徴とする液晶アレイ。

32. インクジェット方式により、カラーフィルタ層材料を含む液体をノズルの吐出孔から液滴として吐出し、カラーフィルタ層を形成するカラーフィルタ基板の製造方法において、

前記吐出孔の径が前記液滴の径よりも小さい静電吸引型インクジェット装置を使用し、このインクジェット装置のノズルから1滴の量が1 p l以下の液滴を吐出することを特徴とするカラーフィルタ基板の製造方法。

33. 前記液体として、体積濃度が、同一のカラーフィルタ層形成領域に重ね打ちされた前記液滴により形成される積層数から求まる値のもの

## 104

を使用することを特徴とする請求項 3 2 に記載のカラーフィルタ基板の製造方法。

3 4. 前記液体として、粘度が 20 cP 以上のものを使用することを特徴とする請求項 3 2 に記載のカラーフィルタ基板の製造方法。

5 3 5. インクジェット方式により、ノズルの吐出孔からカラーフィルタ層材料を含む液体を液滴として吐出し、カラーフィルタ層を形成するカラーフィルタ基板の製造方法において、

ノズルから 1 滴の量が 1 p l 以下の液滴を吐出する静電吸引型インクジェット装置を使用し、

10 同一のカラーフィルタ層形成領域に重ね打ちされた前記液滴により形成される積層数を  $\alpha$ 、液滴径に対する、カラーフィルタ層形成領域に着弾した液滴の着弾径の比から求まる値を  $\beta$ 、液滴径を  $D$ 、形成するカラーフィルタ層の厚さを  $t$  としたときに、前記液体として、体積濃度  $\eta$  (%) が略  $\beta \times t / (\alpha \times D)$  となるものを使用することを特徴とするカラーフィルタ基板の製造方法。

15 3 6. 静電吸引型インクジェット装置として、前記吐出孔の径が前記液滴の径よりも小さいものを使用することを特徴とする請求項 3 5 に記載のカラーフィルタ基板の製造方法。

20 3 7. 前記液体として、粘度が 20 cP 以上のものを使用することを特徴とする請求項 3 5 に記載のカラーフィルタ基板の製造方法。

3 8. 請求項 3 2 から 3 7 の何れか 1 項に記載のカラーフィルタ基板の製造方法により製造されたことを特徴とするカラーフィルタ基板。

3 9. インクジェット方式により、カラーフィルタ層材料を含む液体をノズルの吐出孔から液滴として吐出し、カラーフィルタ層を形成するカ

105

ラーフィルタ基板の製造装置において、

前記吐出孔の径が前記液滴の径よりも小さいノズルを使用し、静電吸引型のインクジェット方式により前記ノズルから1滴の量が1 p l以下の液滴を吐出することを特徴とするカラーフィルタ基板の製造装置。

- 5 40. インクジェット方式により、ノズルの吐出孔からカラーフィルタ層材料を含む液体を液滴として吐出し、カラーフィルタ層を形成するカラーフィルタ基板の製造装置において、

静電吸引型のインクジェット方式により、前記ノズルから1滴の量が1 p l以下の前記液滴を吐出させるとともに、

- 10 同一のカラーフィルタ層形成領域に重ね打ちされた前記液滴により形成される積層数を $\alpha$ 、液滴径に対する、カラーフィルタ層形成領域に着弾した液滴の着弾径の比から求まる値を $\beta$ 、液滴径をD、形成するカラーフィルタ層の厚さをtとしたときに、前記液体として、体積濃度 $\eta$  (%) が略  $\beta \times t / (\alpha \times D)$  となるものを使用することを特徴とするカラー
- 15 ラーフィルタ基板の製造装置。

図 1

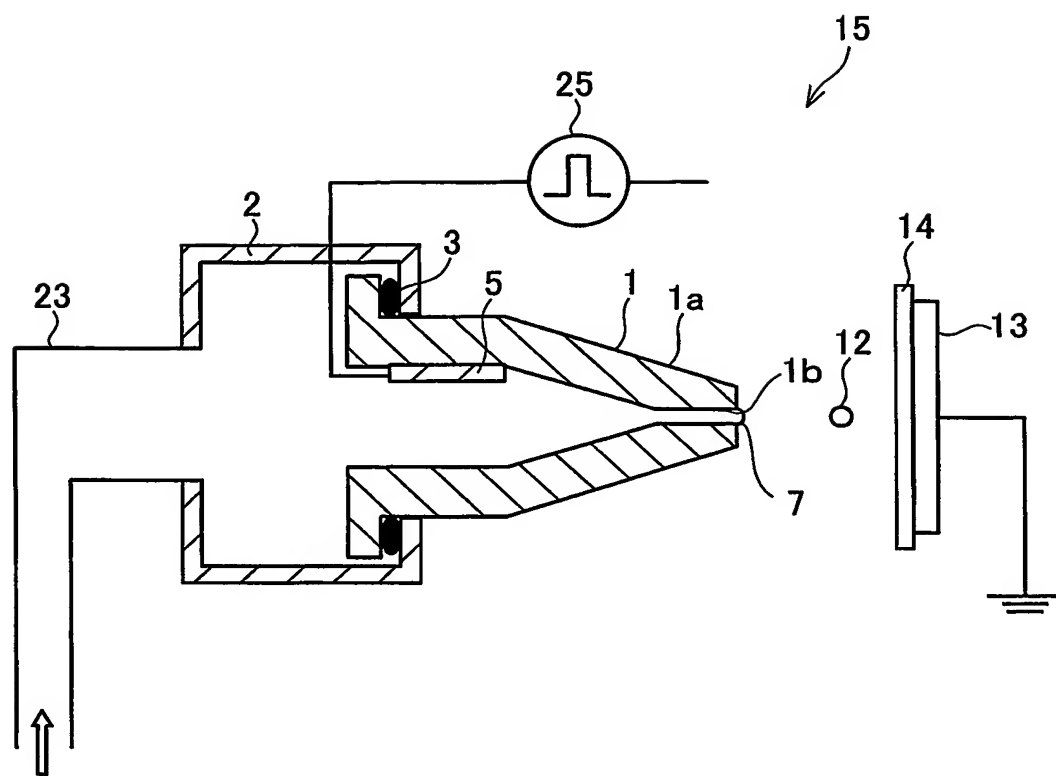




図 2 (a)

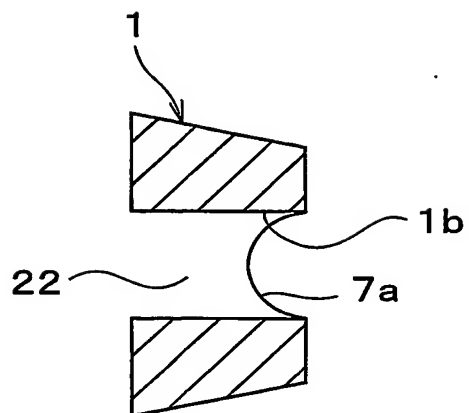


図 2 (b)

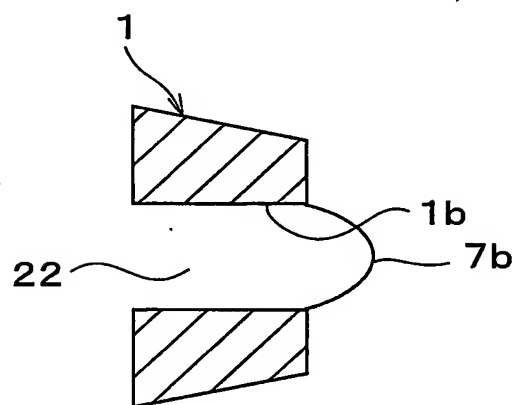


図 2 (c)

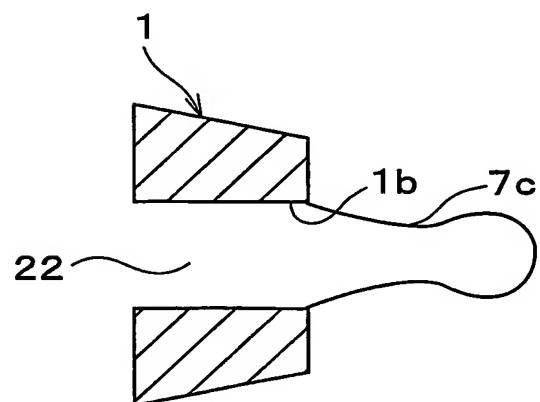
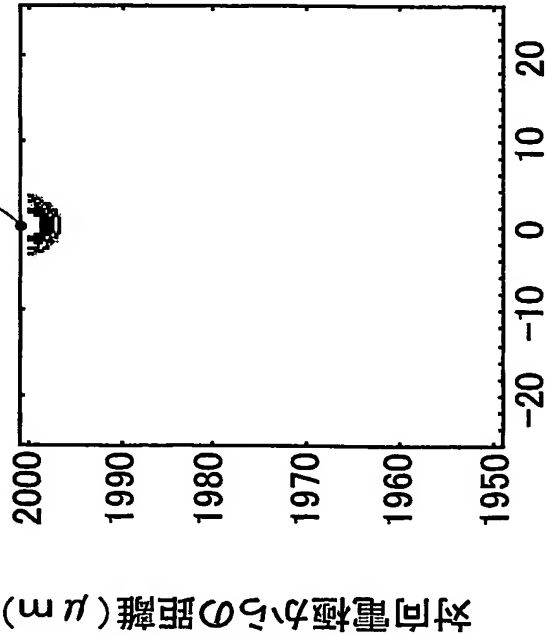


図 3 (a)

ノズル径が  $\phi m0.2 \mu m$  の場合の電界強度分布

ノズル中心位置

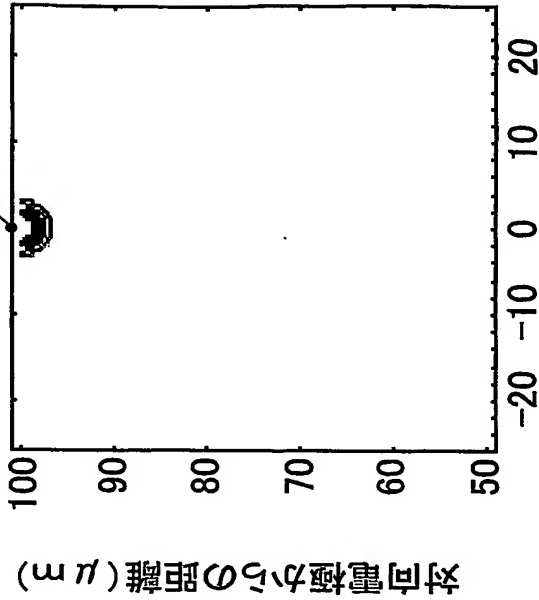


ノズル中心からの距離 ( $\mu m$ )

図 3 (b)

ノズル径が  $\phi m0.2 \mu m$  の場合の電界強度分布

ノズル中心位置

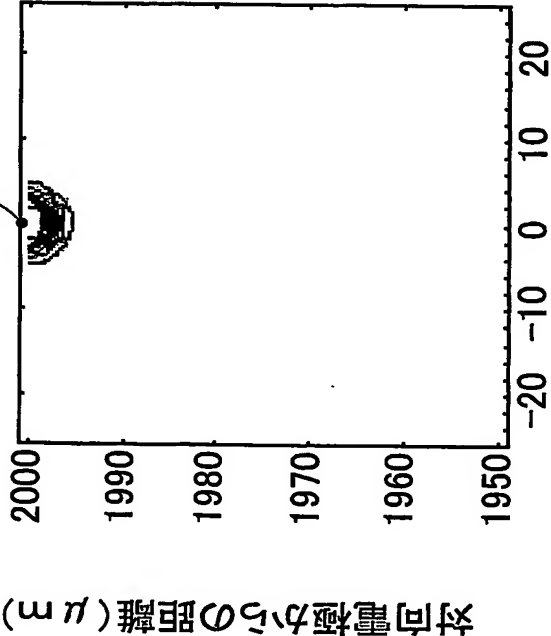


ノズル中心からの距離 ( $\mu m$ )

図 4 (a)

ノズル径が  $\phi 0.4 \mu\text{m}$  の場合の電界強度分布

ノズル中心位置

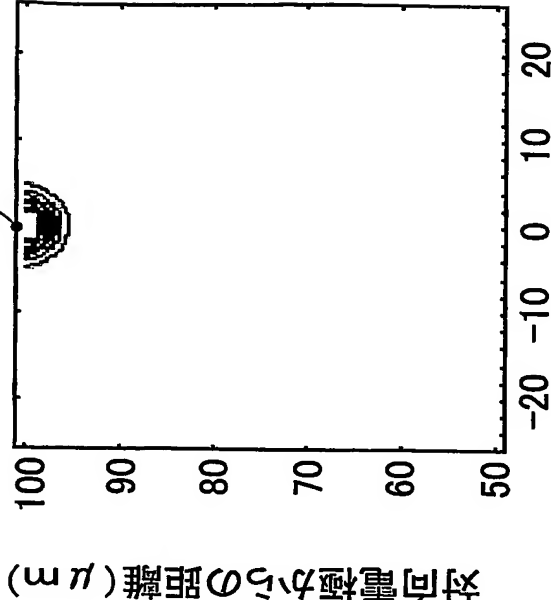


ノズル中心からの距離 ( $\mu\text{m}$ )

図 4 (b)

ノズル径が  $\phi 0.4 \mu\text{m}$  の場合の電界強度分布

ノズル中心位置

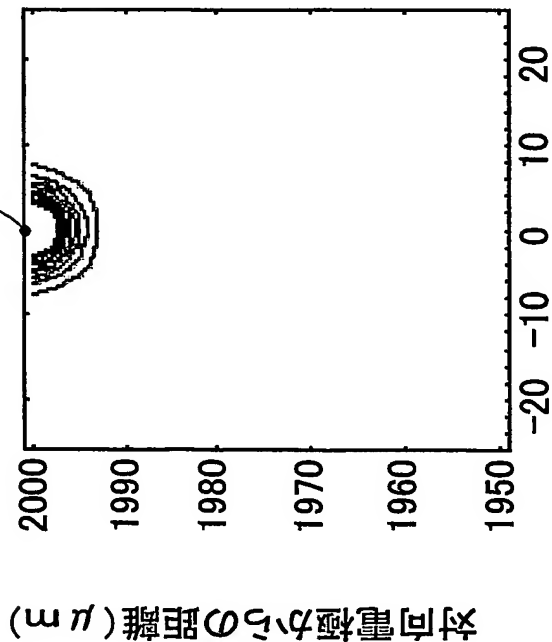


ノズル中心からの距離 ( $\mu\text{m}$ )

図 5 (a)

ノズル径が  $\phi m1 \mu m$  の場合の電界強度分布

ノズル中心位置

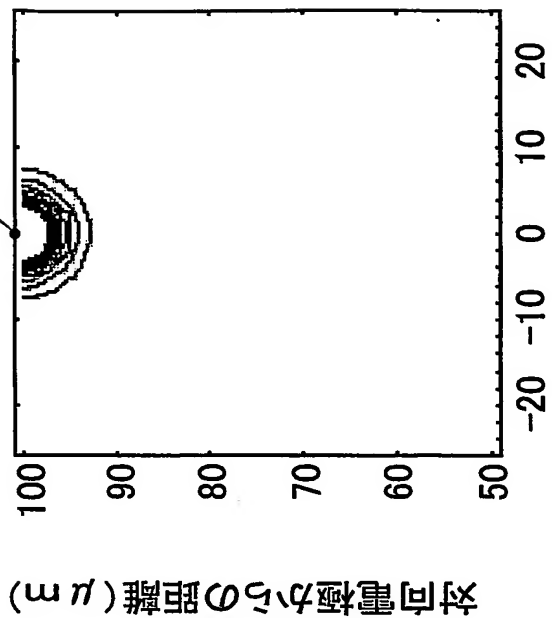


ノズル中心からの距離 ( $\mu m$ )

図 5 (b)

ノズル径が  $\phi m1 \mu m$  の場合の電界強度分布

ノズル中心位置

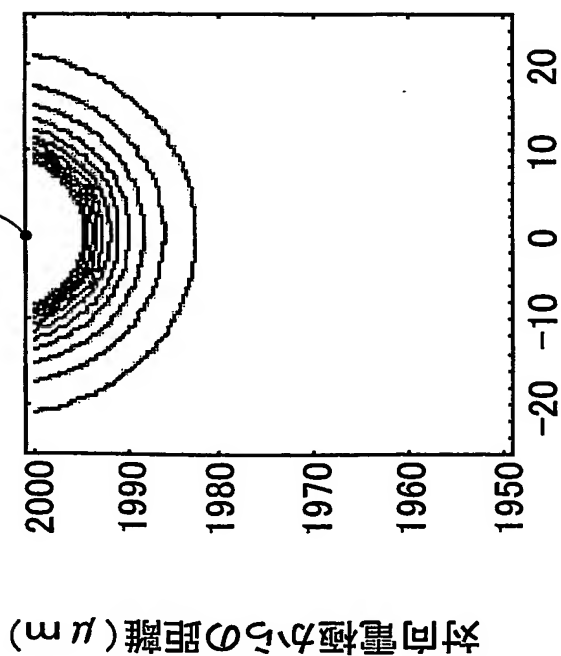


ノズル中心からの距離 ( $\mu m$ )

図 6 (a)

ノズル径が  $\phi 8 \mu\text{m}$  の場合の電界強度分布

ノズル中心位置

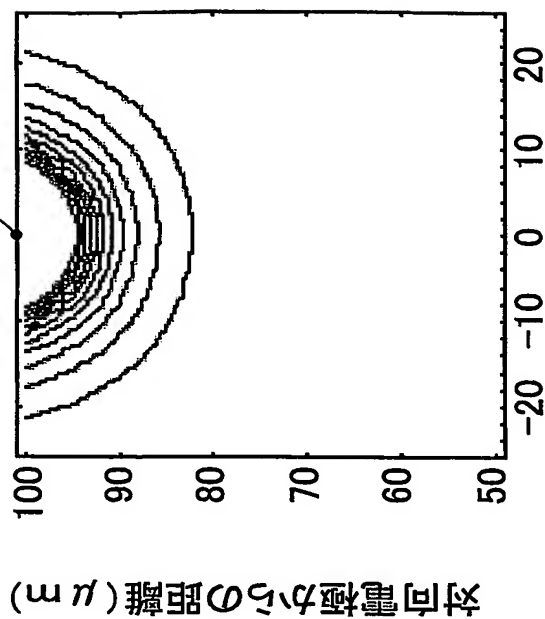


ノズル中心からの距離 ( $\mu\text{m}$ )

図 6 (b)

ノズル径が  $\phi 8 \mu\text{m}$  の場合の電界強度分布

ノズル中心位置

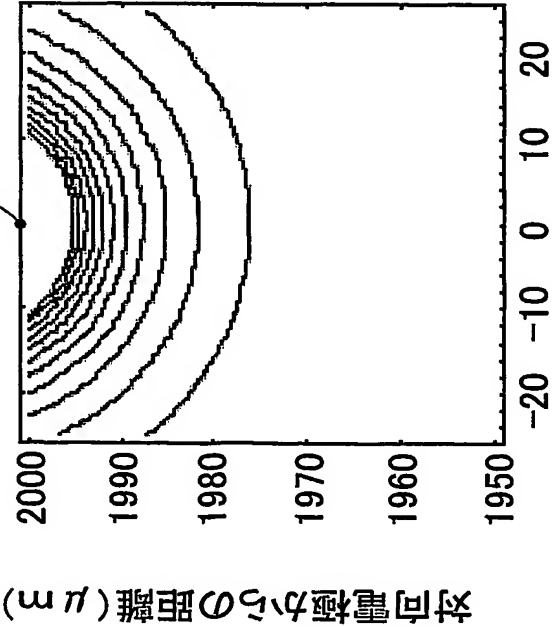


ノズル中心からの距離 ( $\mu\text{m}$ )

図 7 (a)

ノズル径が  $\phi m20 \mu m$  の場合の電界強度分布

ノズル中心位置

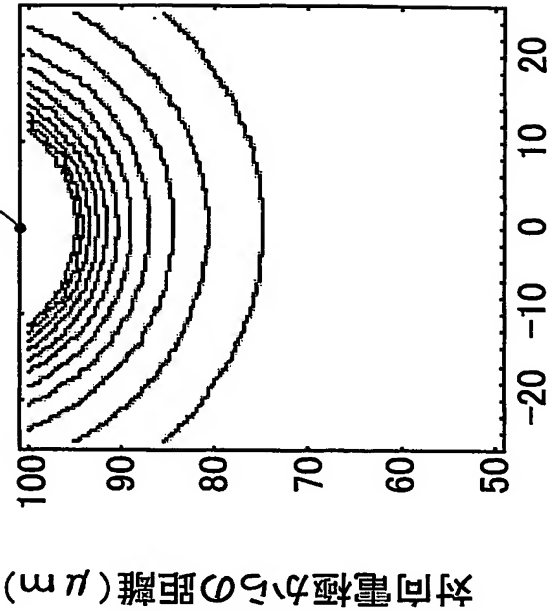


ノズル中心からの距離 ( $\mu m$ )

図 7 (b)

ノズル径が  $\phi m20 \mu m$  の場合の電界強度分布

ノズル中心位置



ノズル中心からの距離 ( $\mu m$ )

図 8 (a)

ノズル径が  $\phi 50 \mu\text{m}$  の場合の電界強度分布

ノズル中心位置

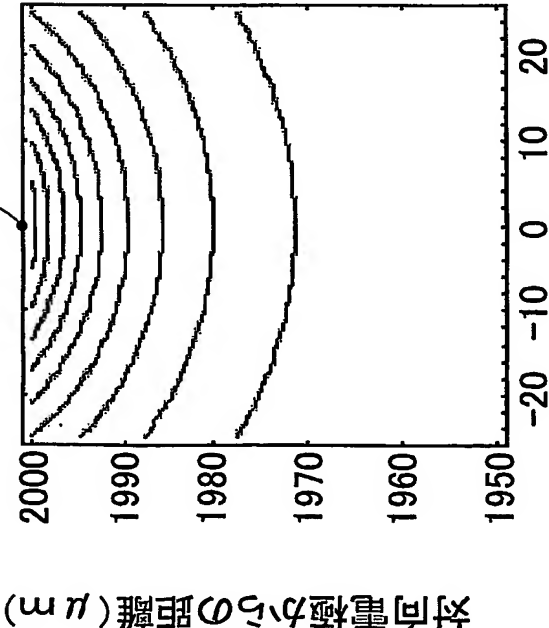
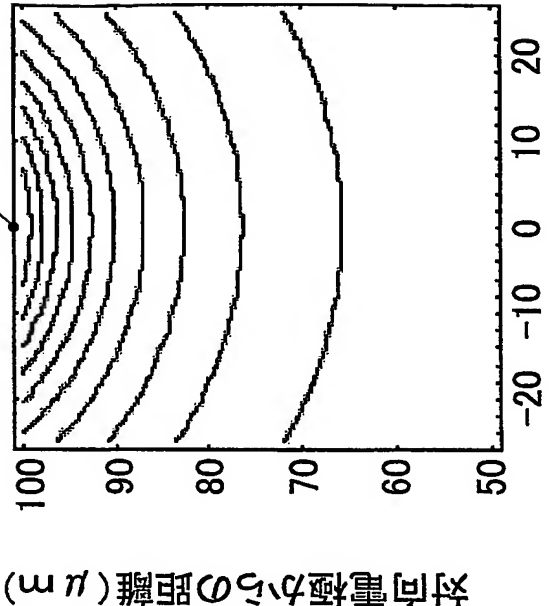


図 8 (b)

ノズル径が  $\phi 50 \mu\text{m}$  の場合の電界強度分布

ノズル中心位置

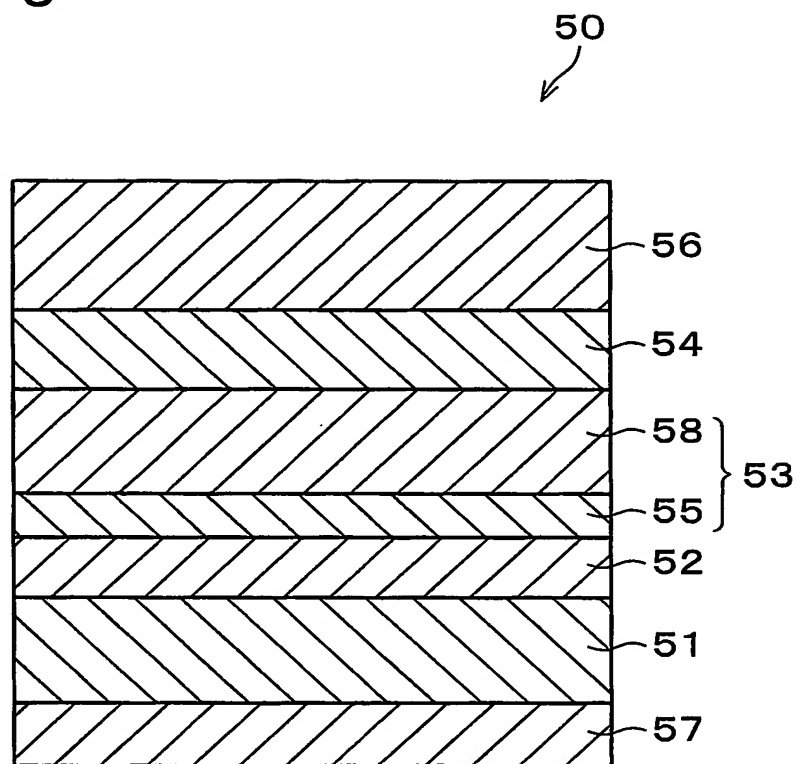


ノズル中心からの距離 ( $\mu\text{m}$ )

ノズル中心からの距離 ( $\mu\text{m}$ )

9/34

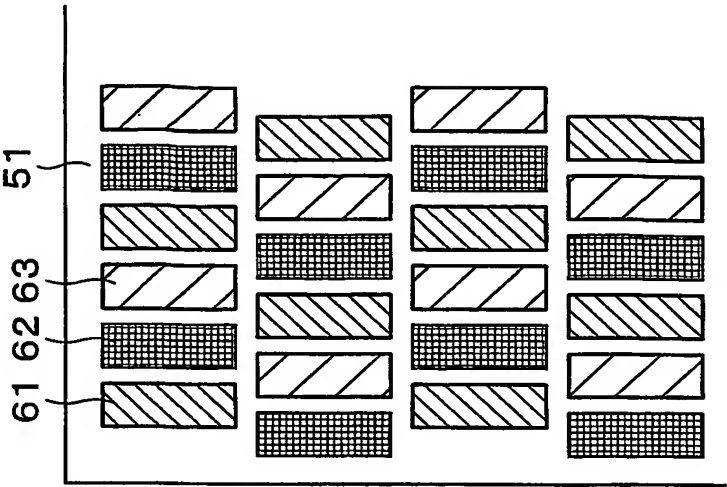
図 9





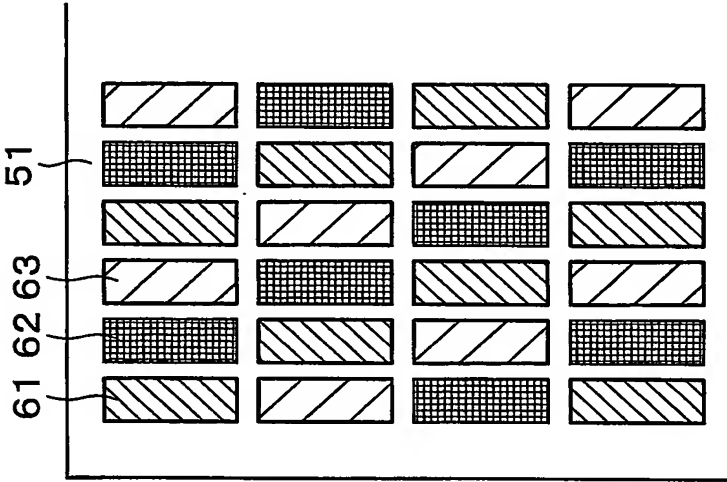
10/34

図 10 (c)



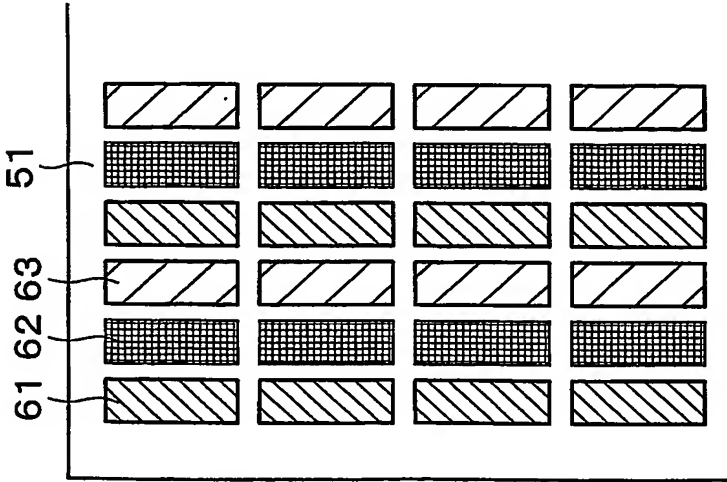
デルタ配列

図 10 (b)



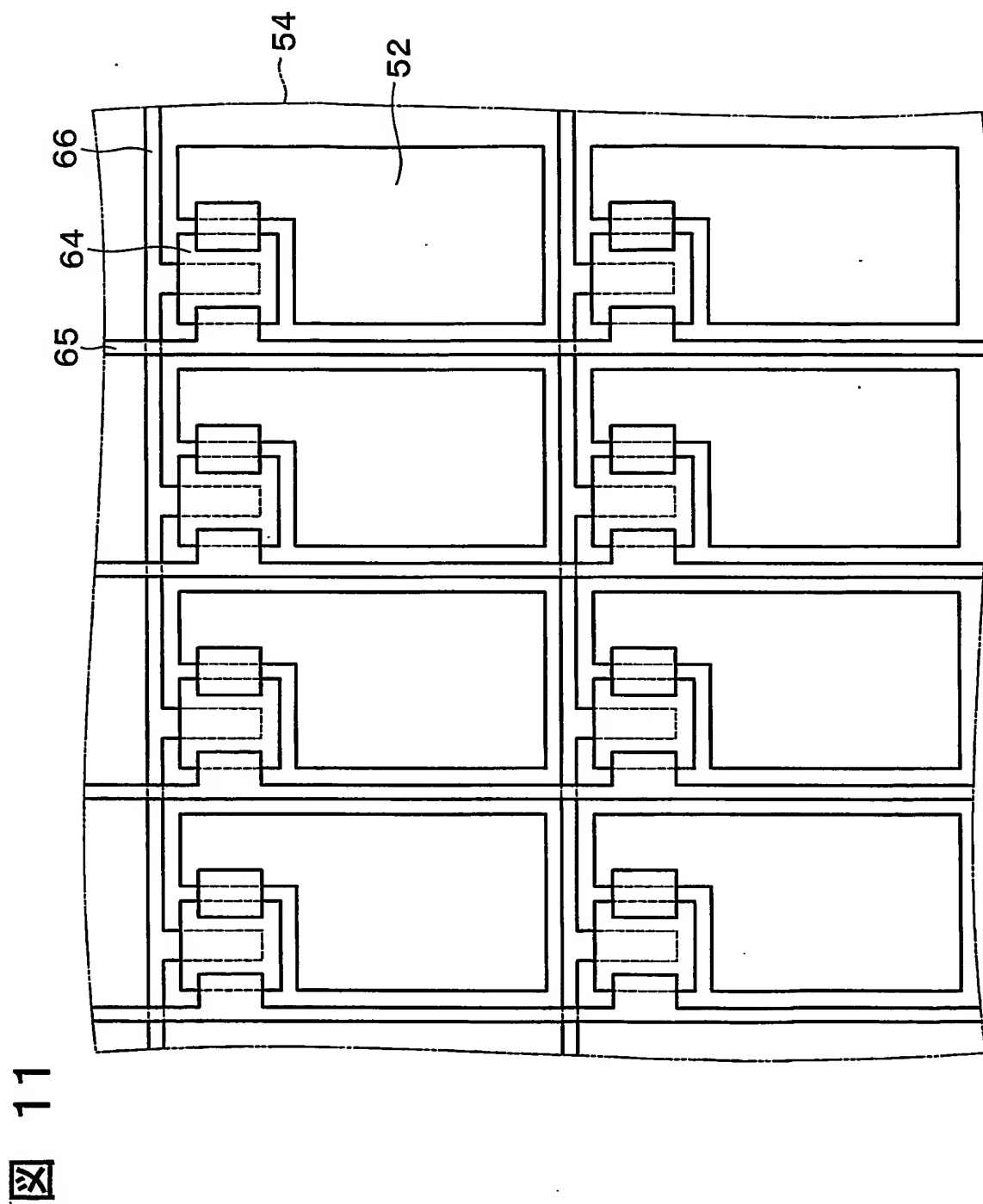
モザイク配列

図 10 (a)



ストライプ配列

11/34



12/34

図 12 (a) 第 1 電極形成

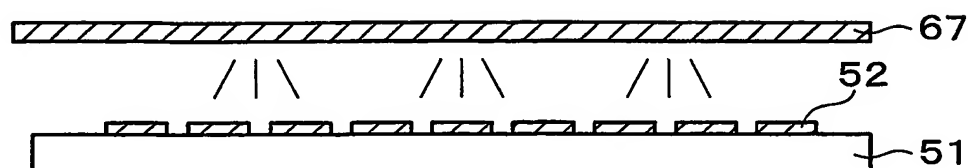


図 12 (b) 正孔輸送層形成

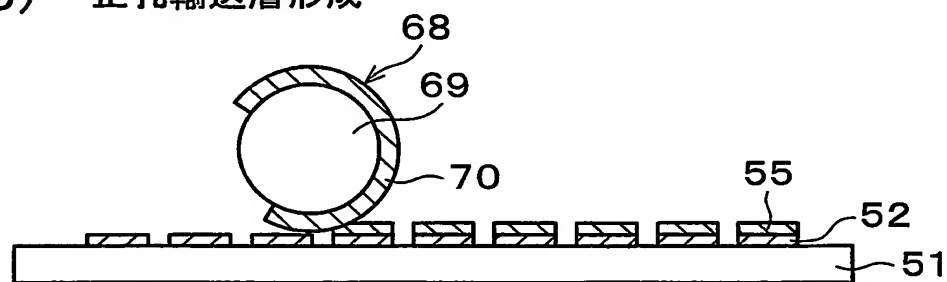
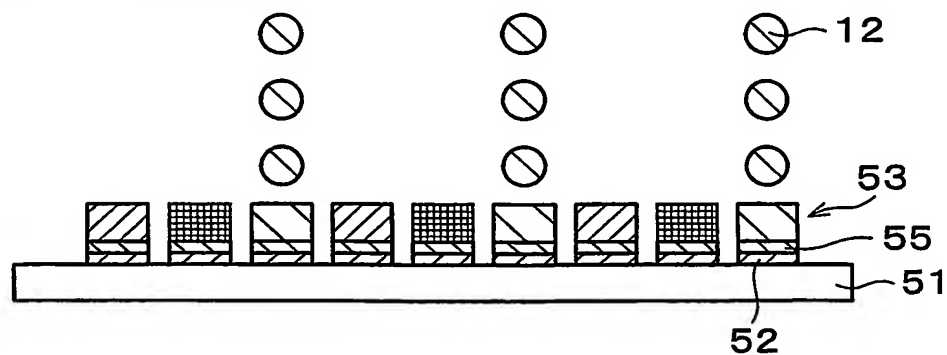


図 12 (c) 発光層形成



13/34

図 13 (a)

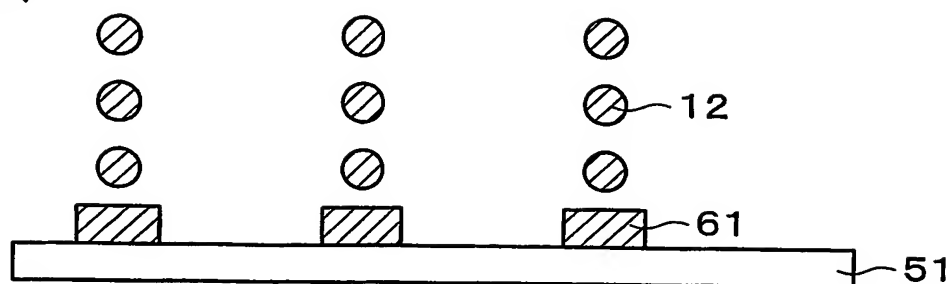


図 13 (b)

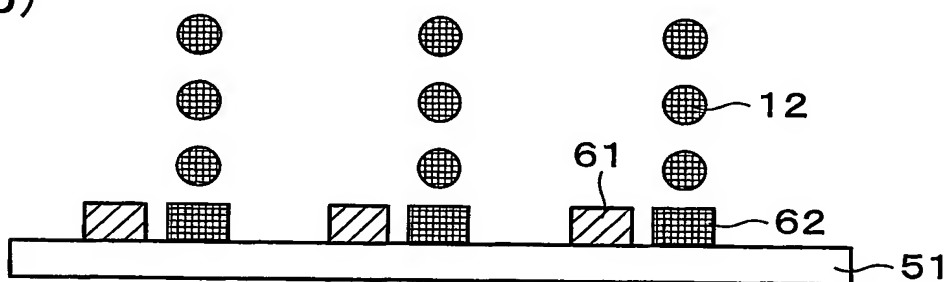


図 13 (c)

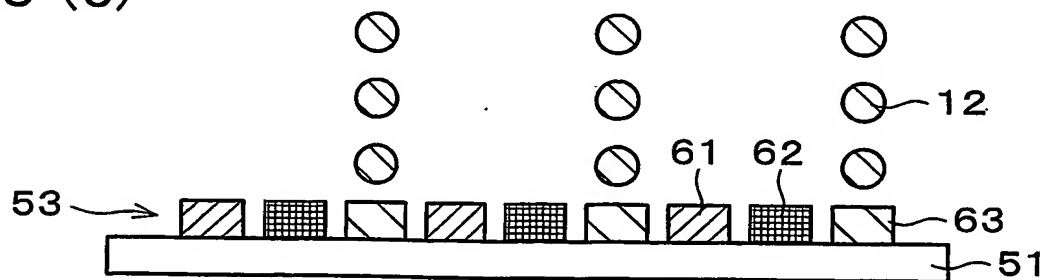
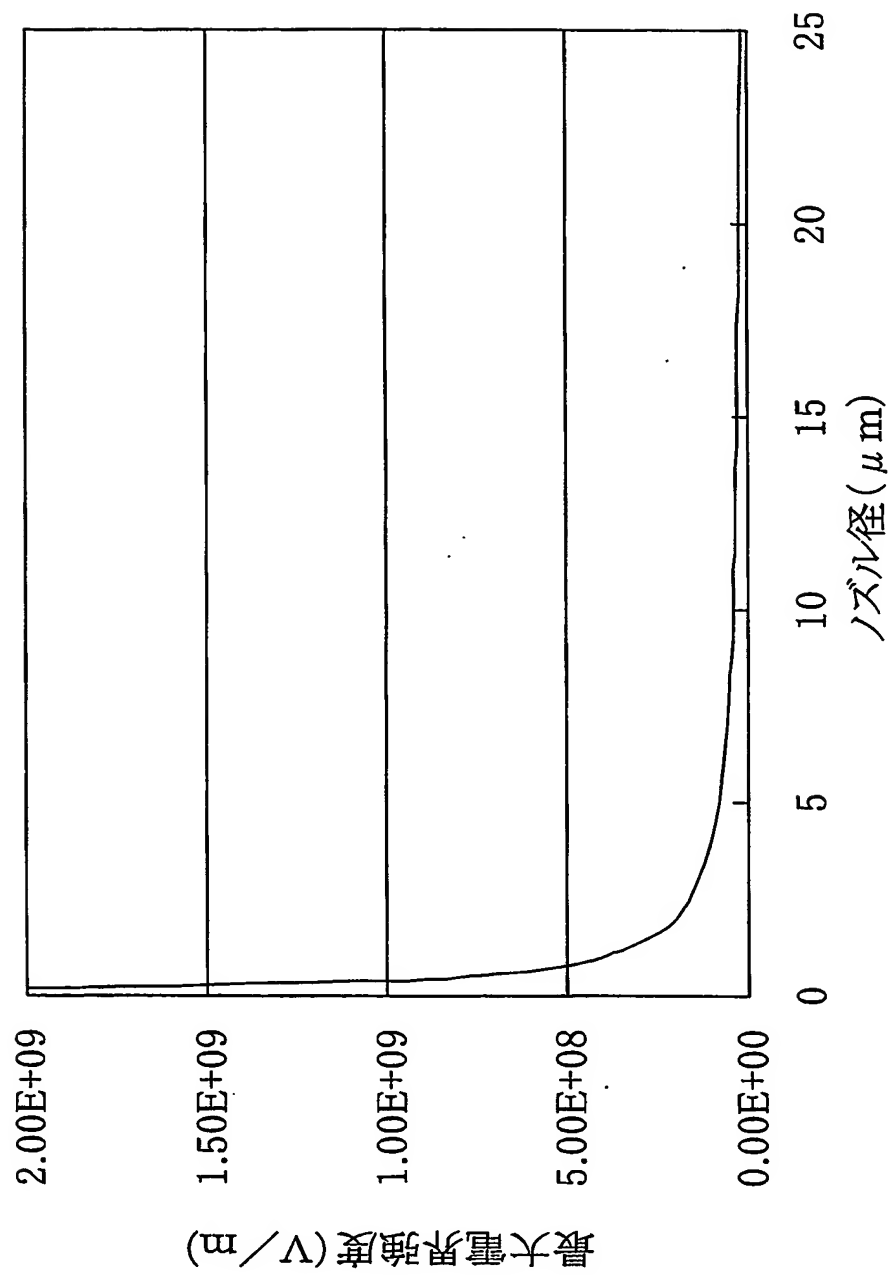


図 14



15/34

図 15

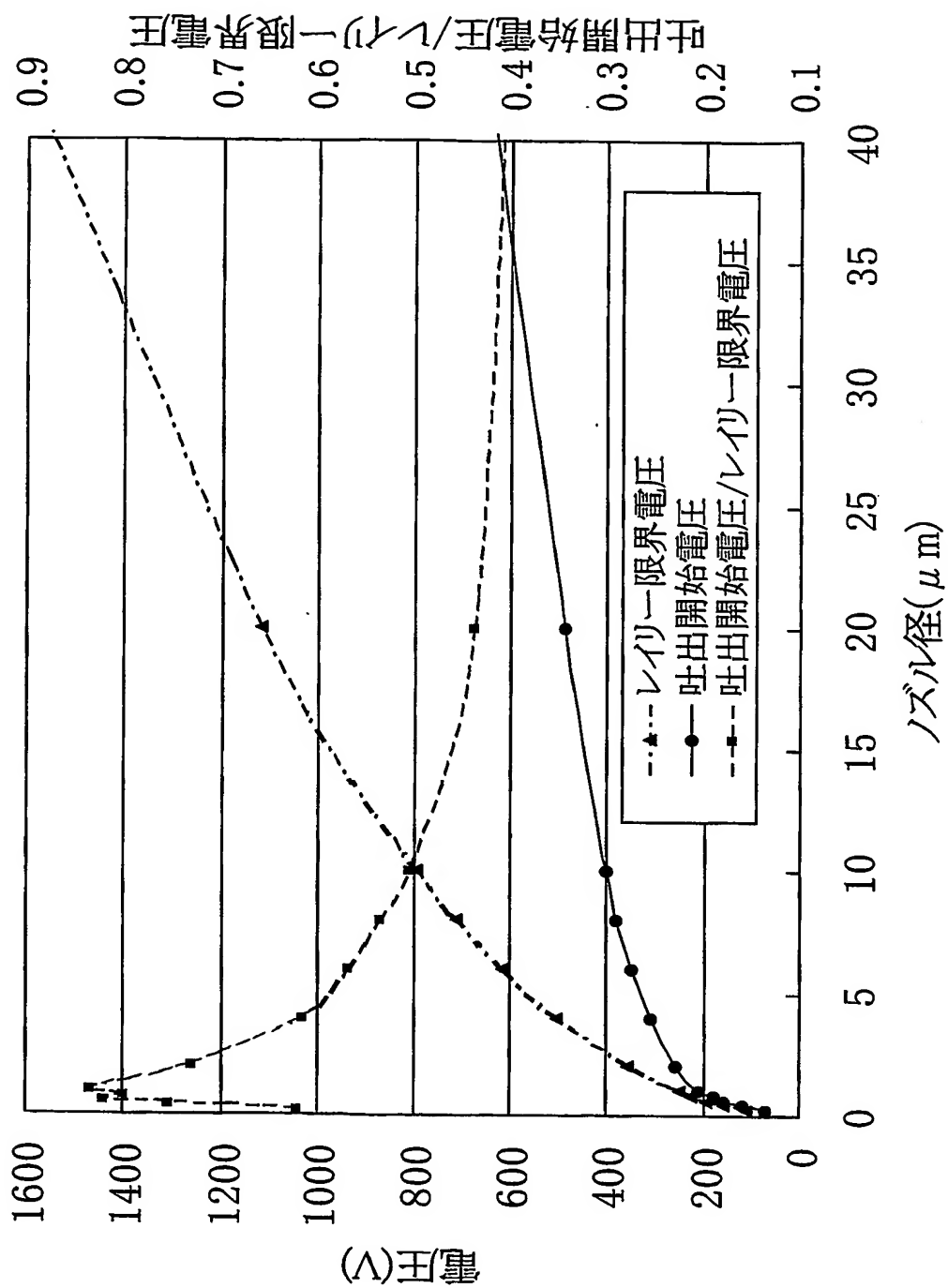


図 16

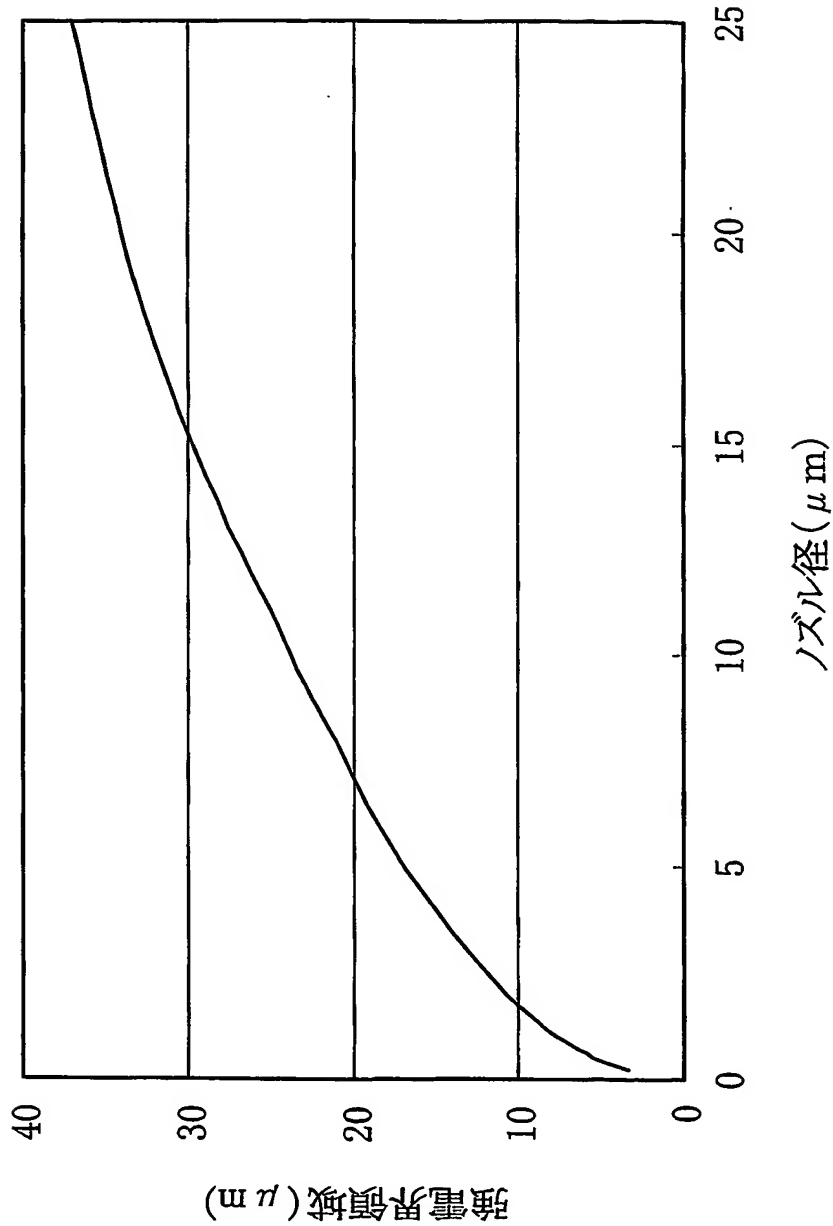
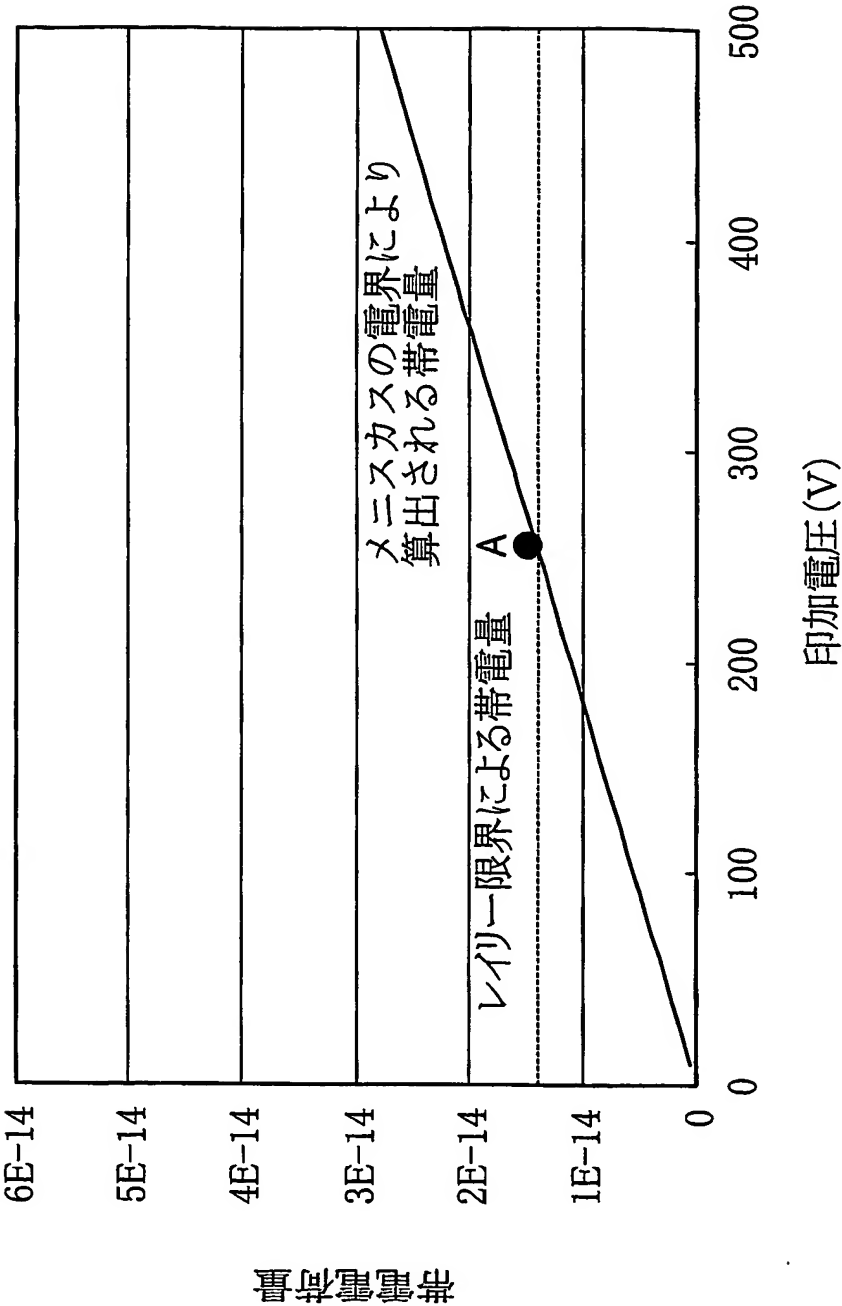


図 17





18/34

図 18

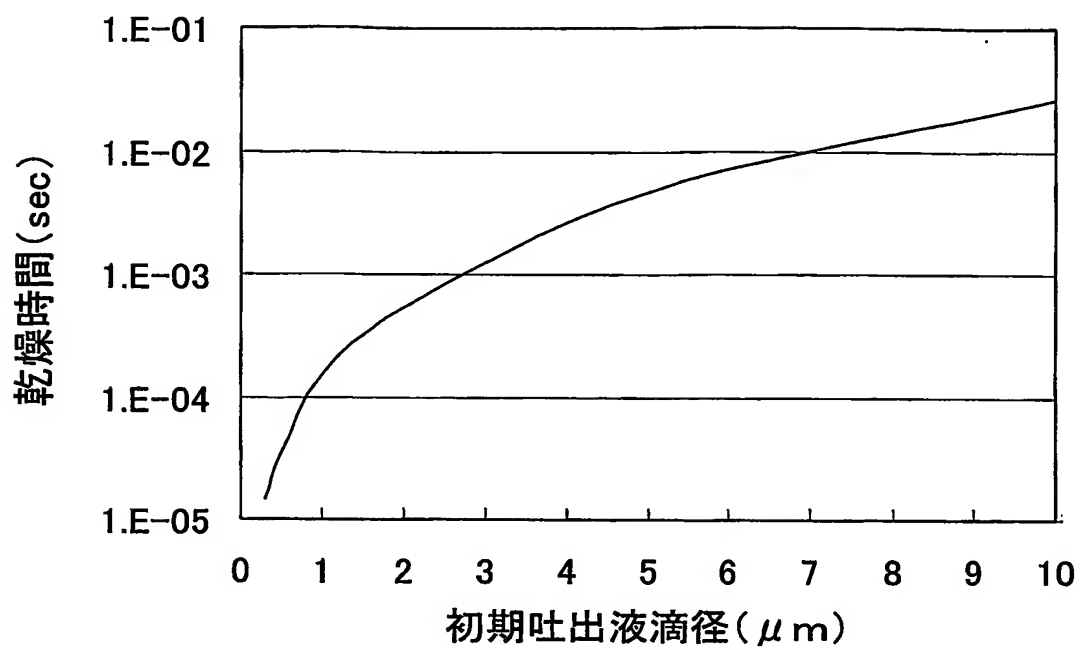
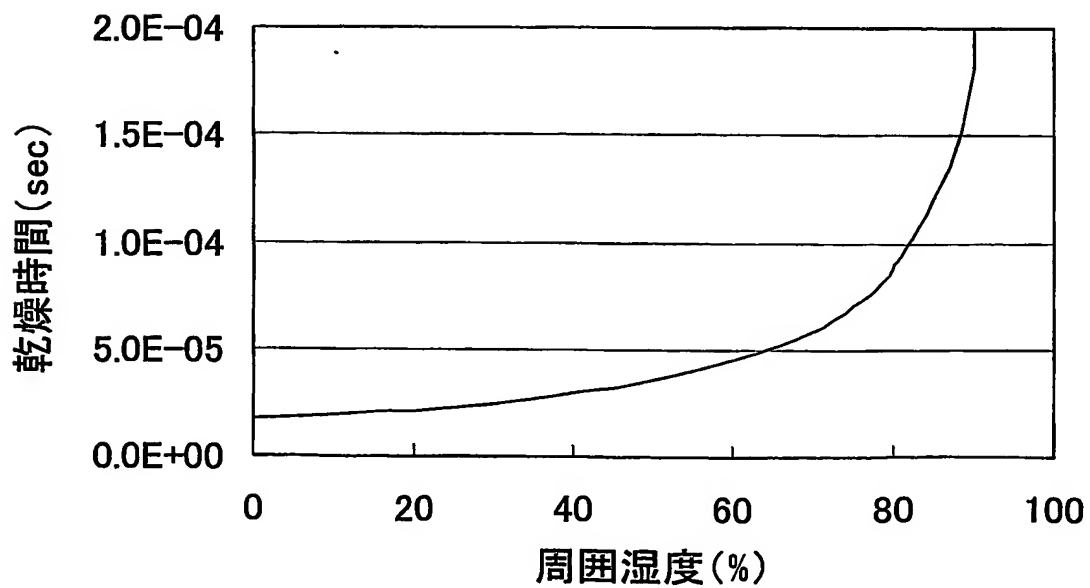


図 19



19/34

図 20

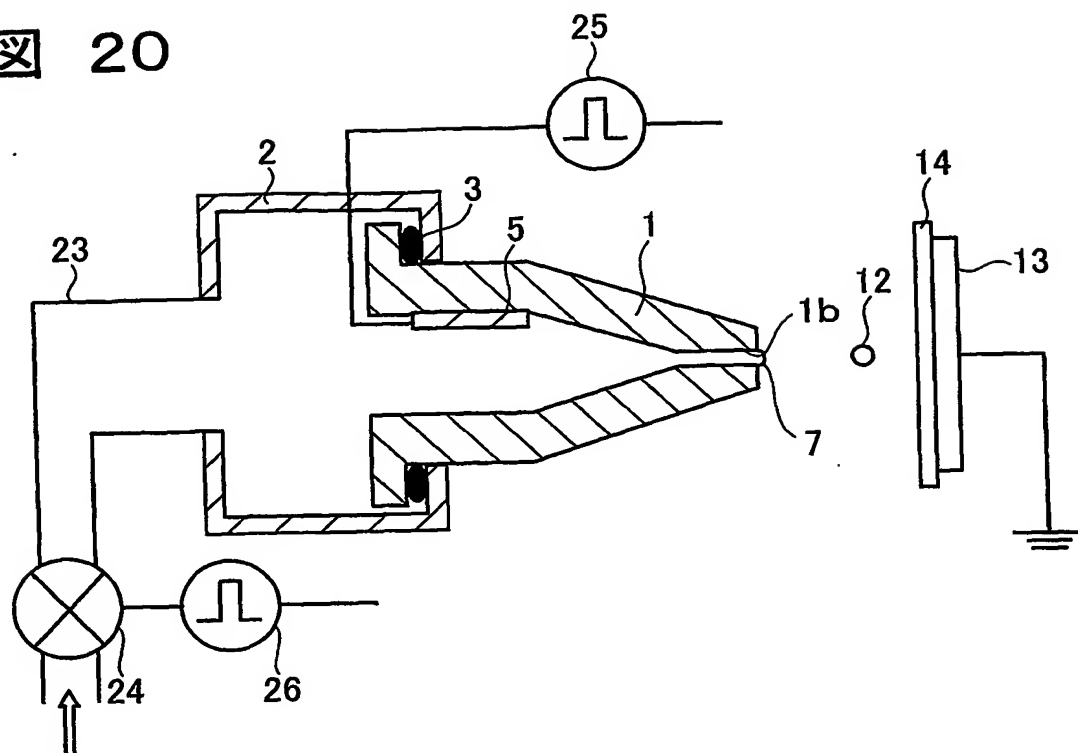


図 21

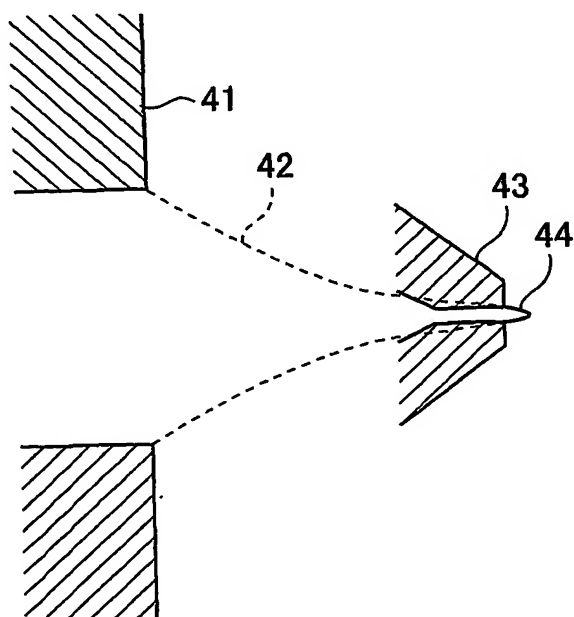


図 22

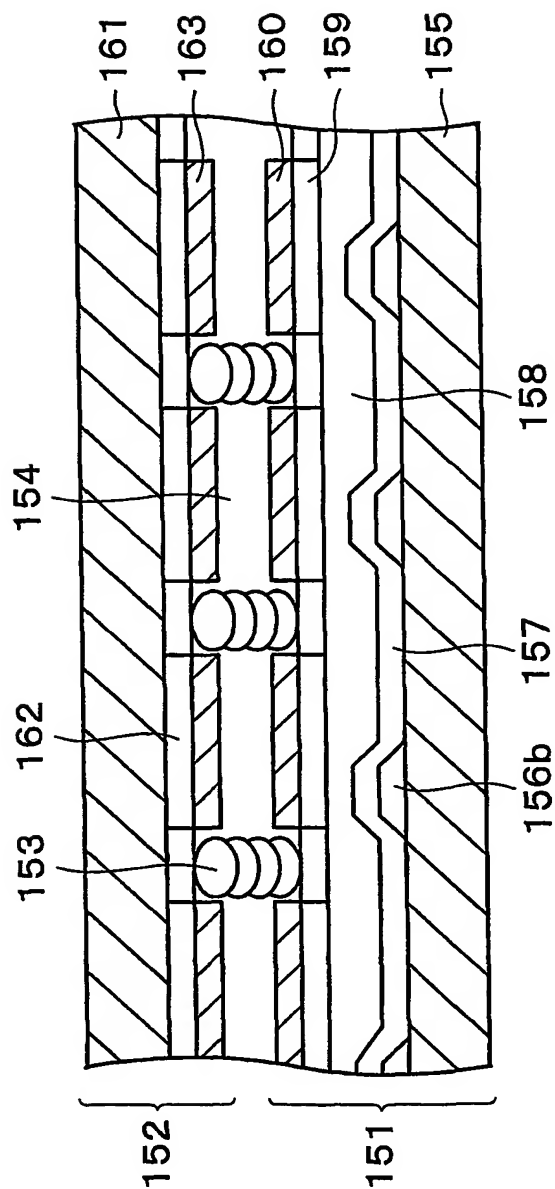


図 23

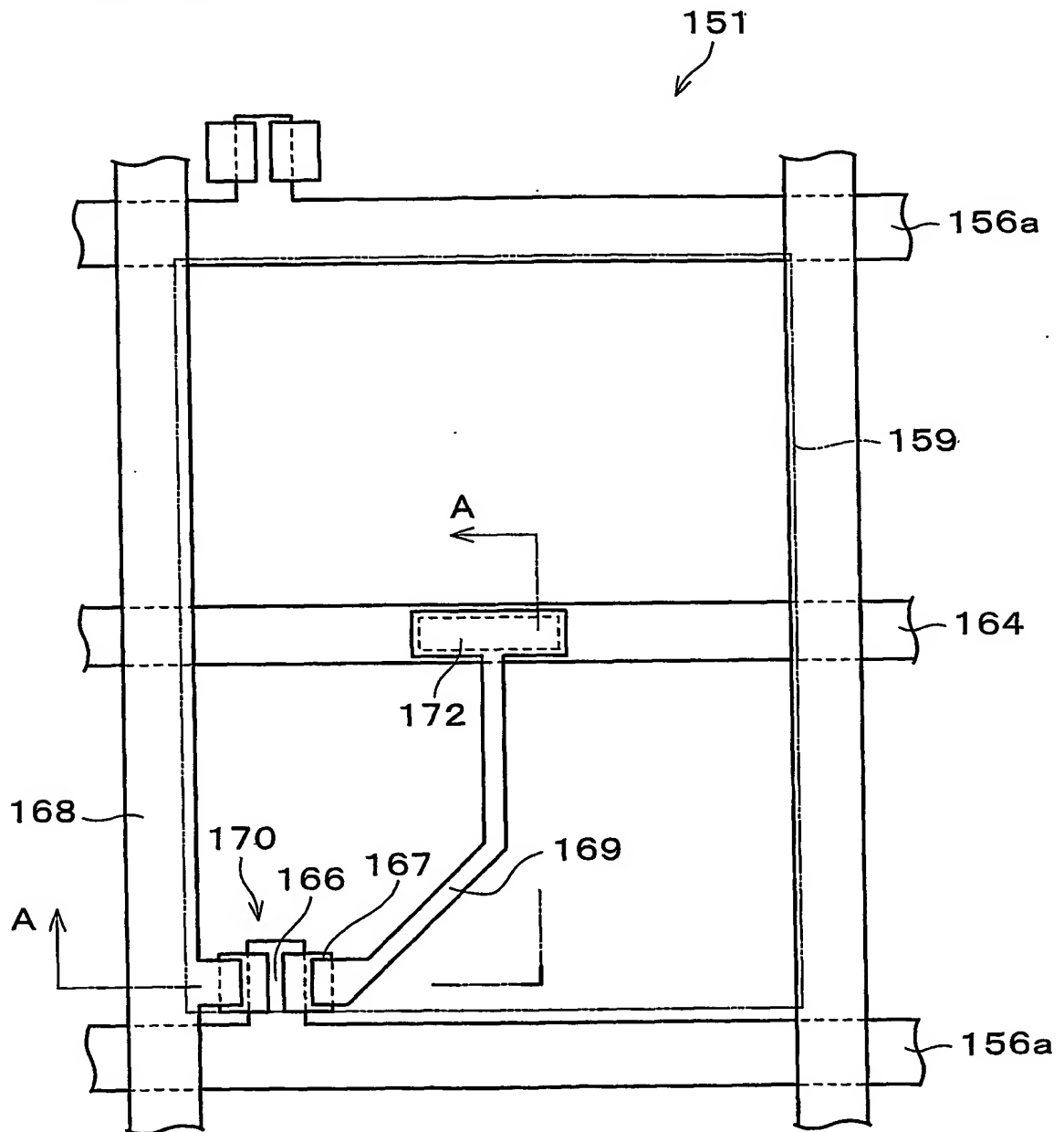


図 24

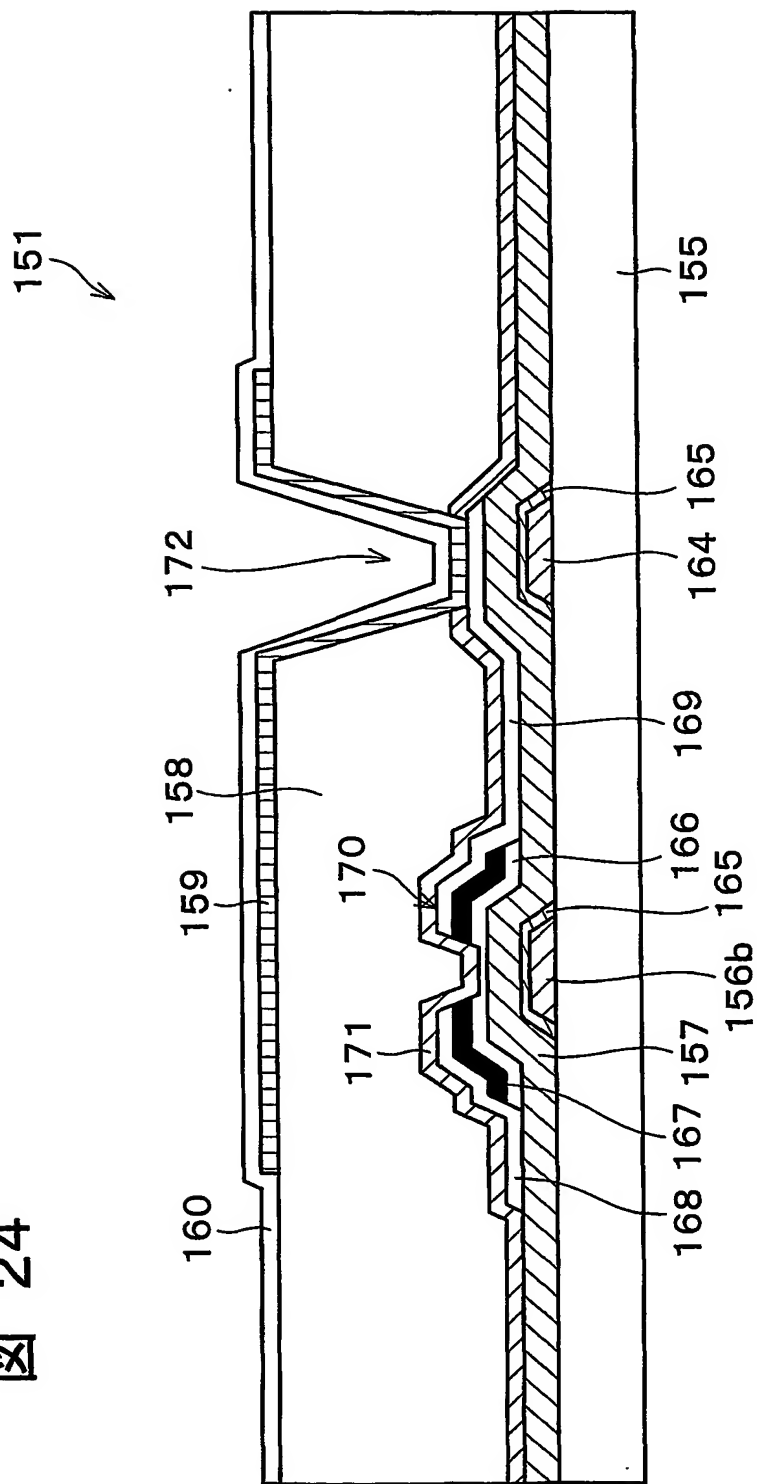


図 25 (a)

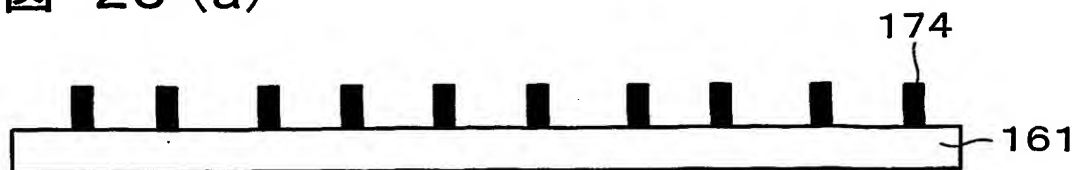


図 25 (b)



図 25 (c)

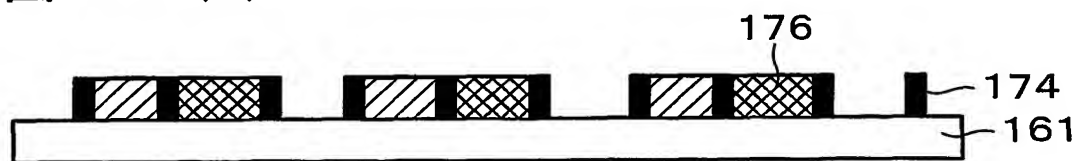


図 25 (d)

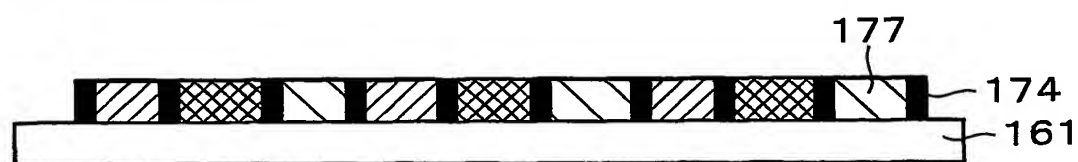


図 26

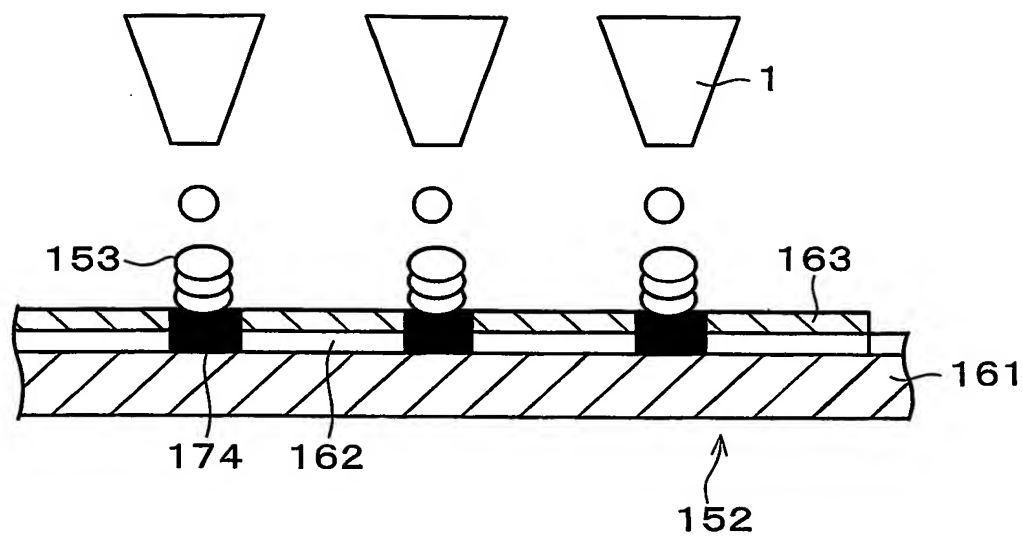
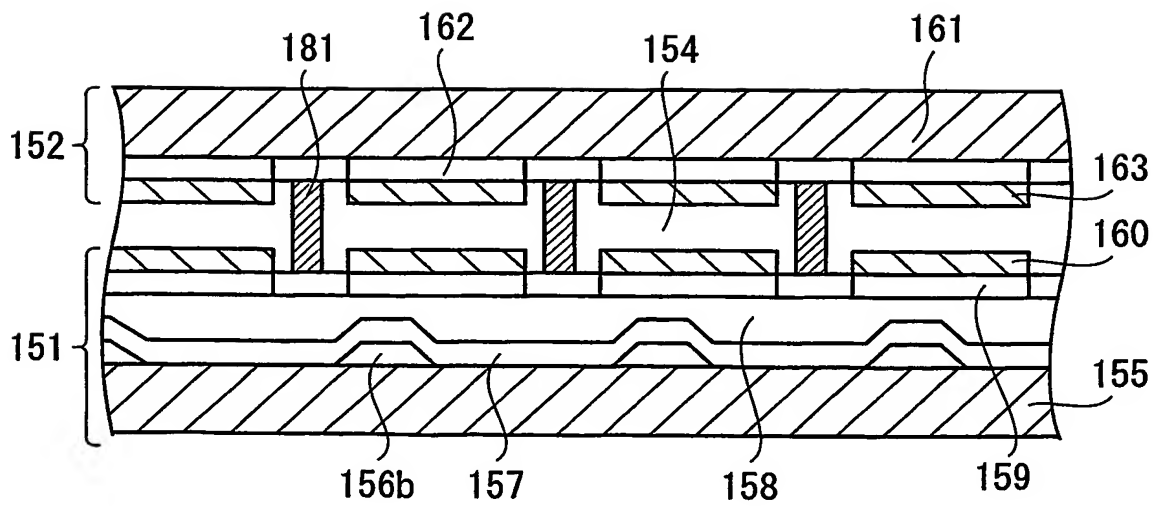


図 27



25/34

図 28 (a)

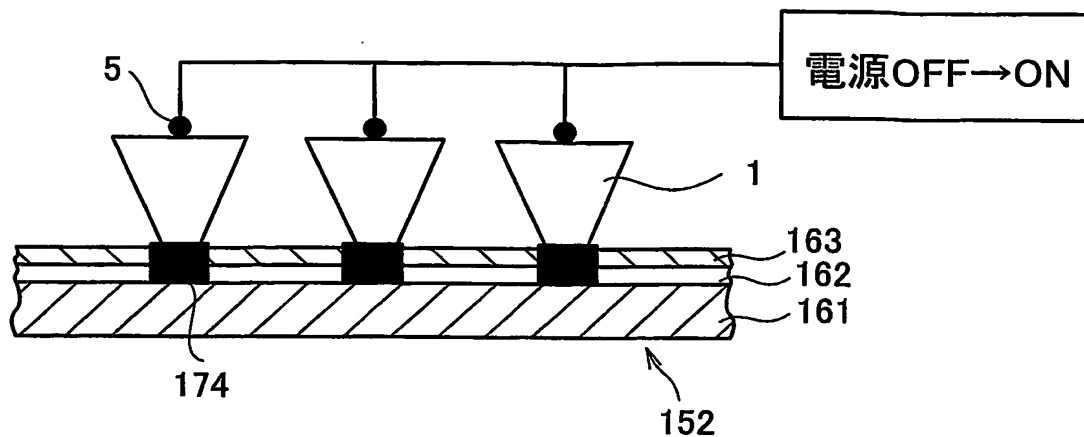


図 28 (b)

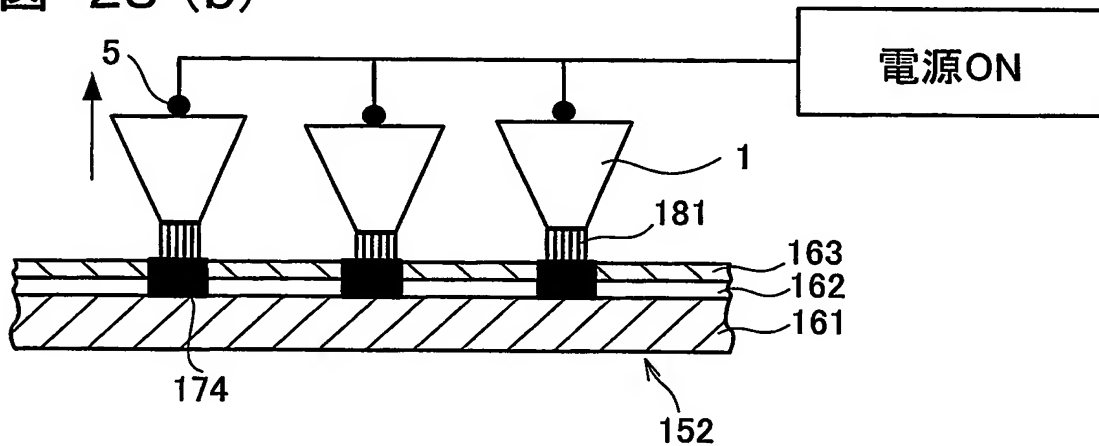
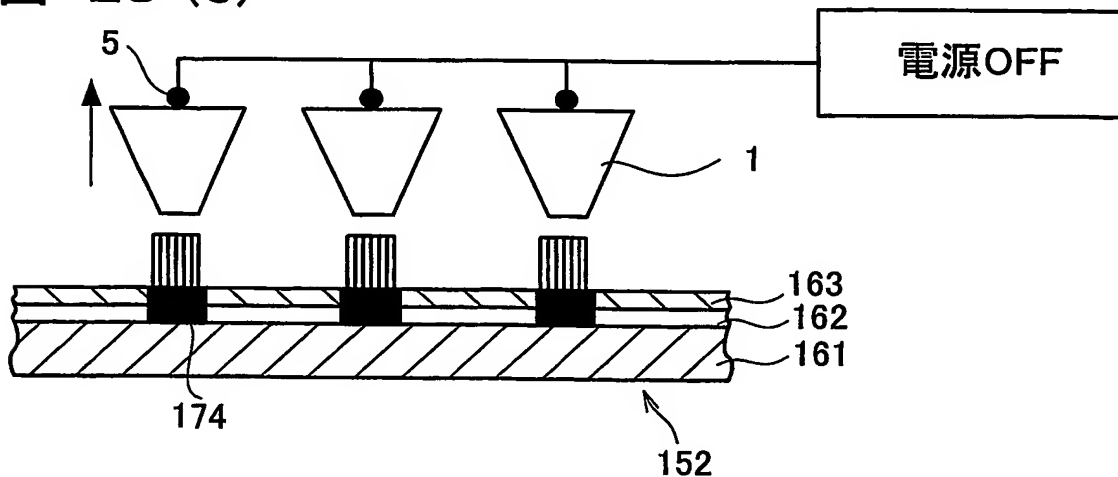


図 28 (c)





26/34

図 29

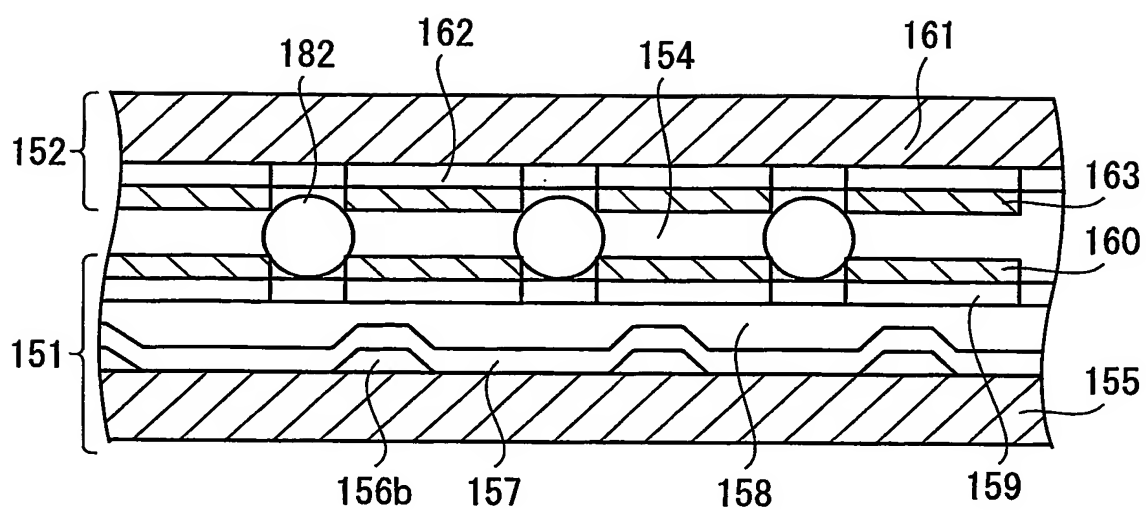


図 30

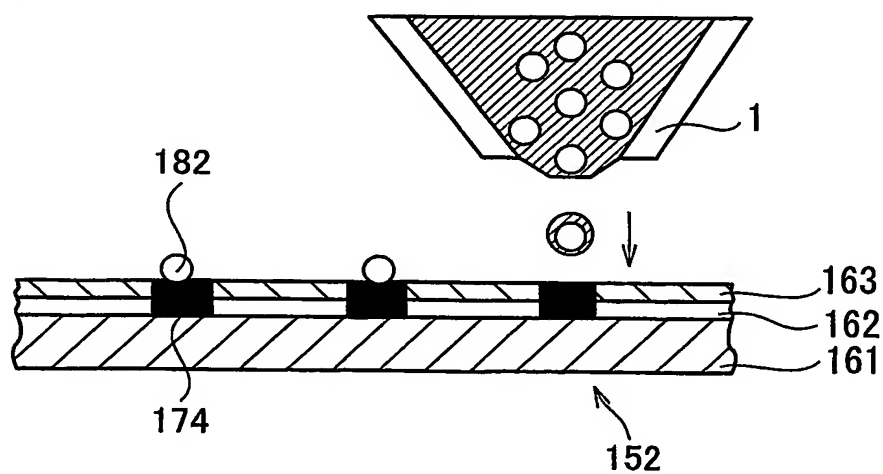


図 31 (a)

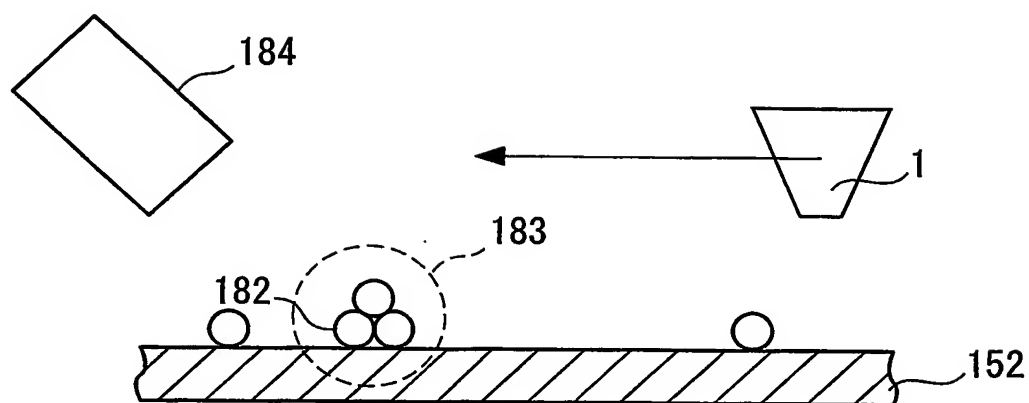
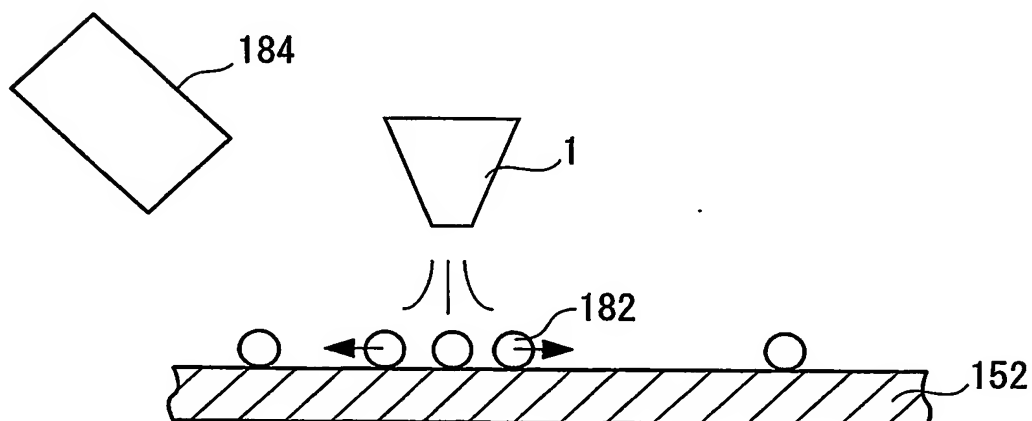
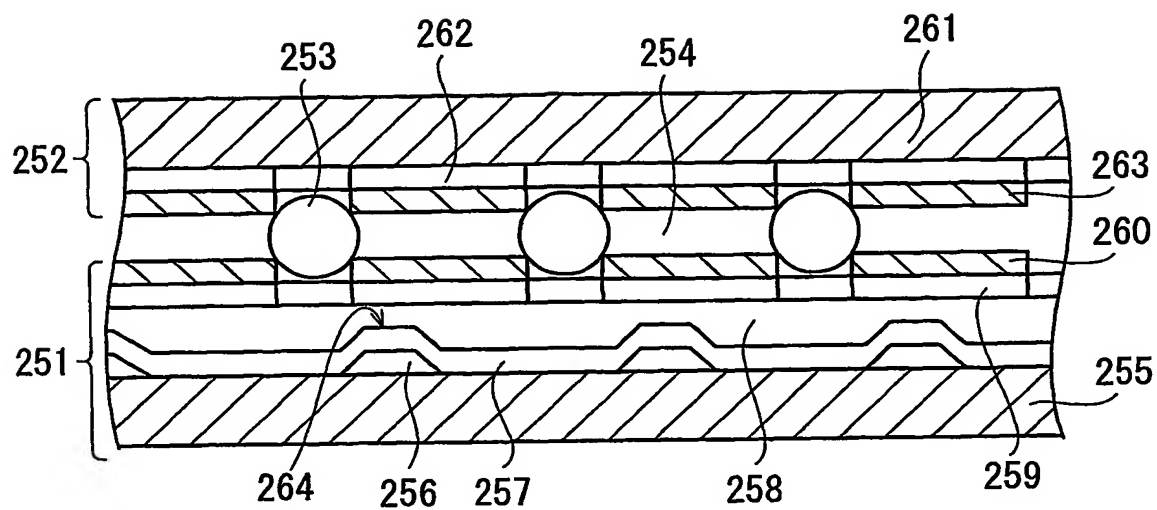


図 31 (b)



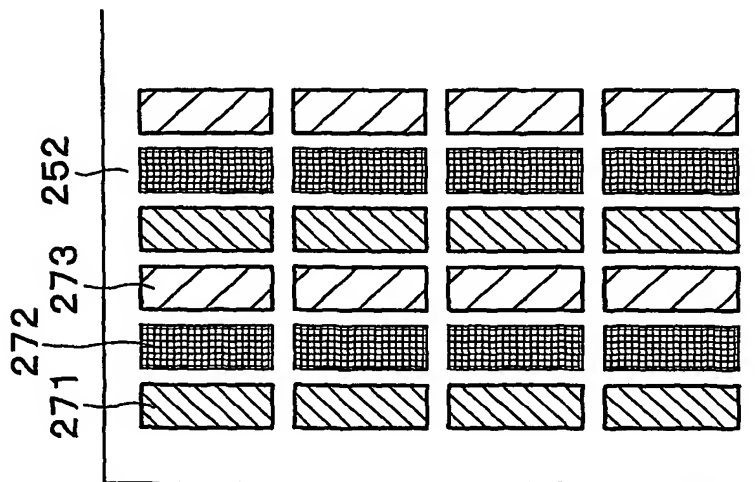
28/34

図 32



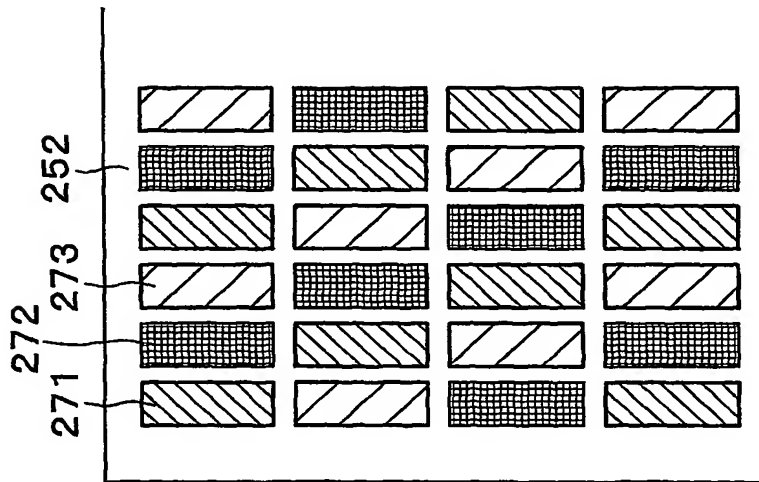
29/34

図 33 (a)



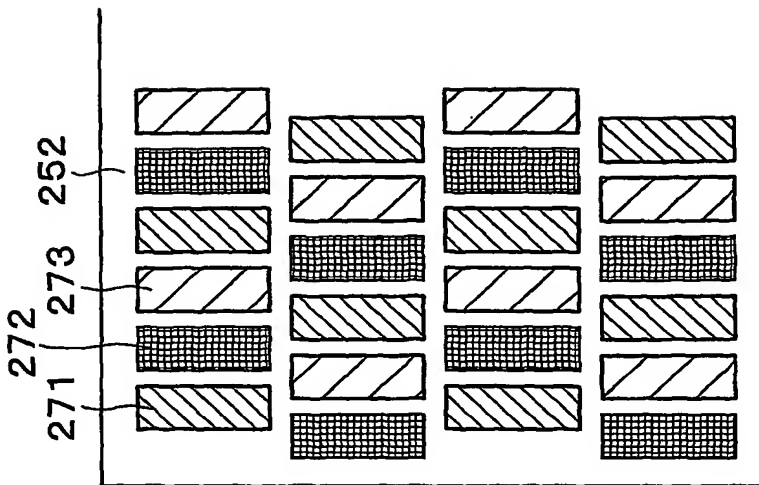
ストライプ配列

図 33 (b)



モザイク配列

図 33 (c)



デルタ配列

30/34

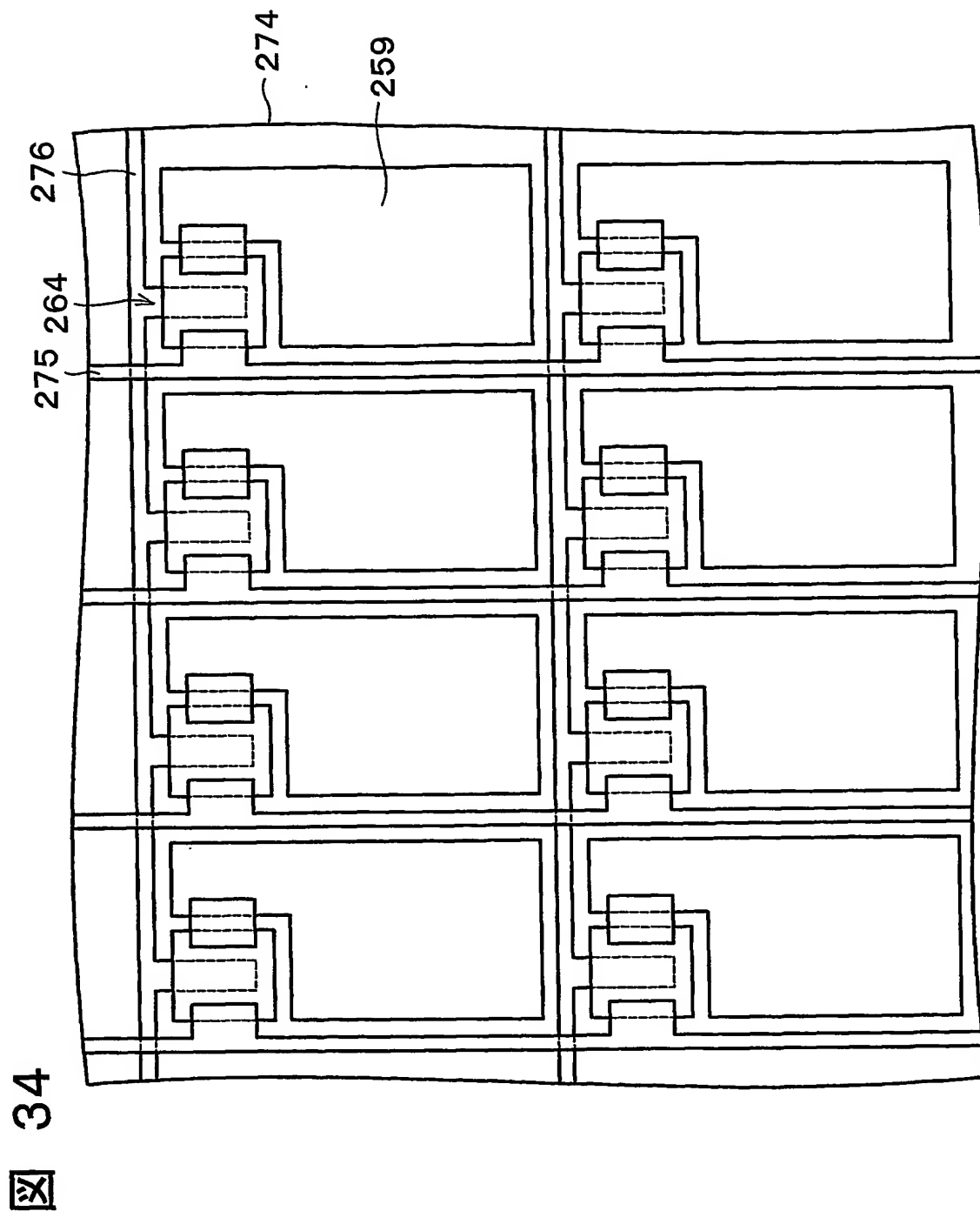


図 35 (a)

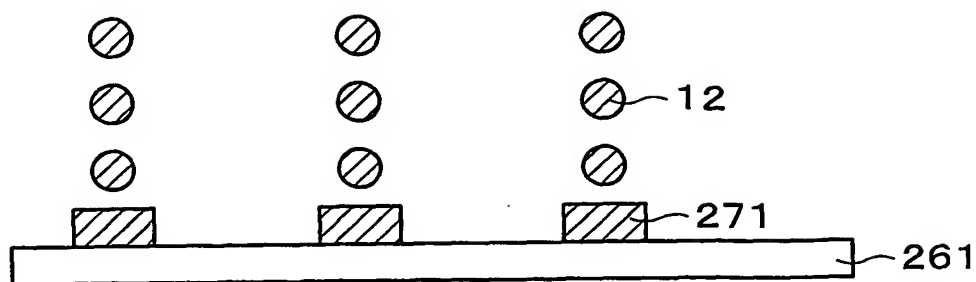


図 35 (b)

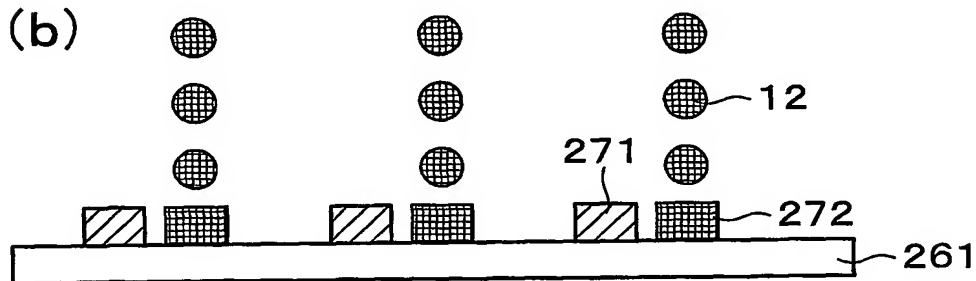


図 35 (c)

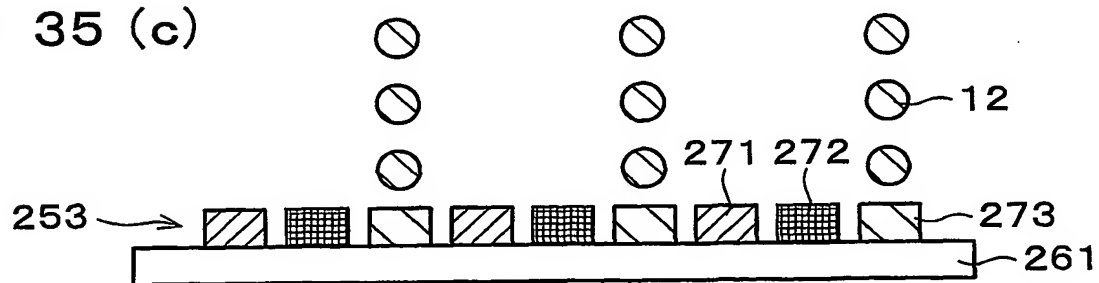
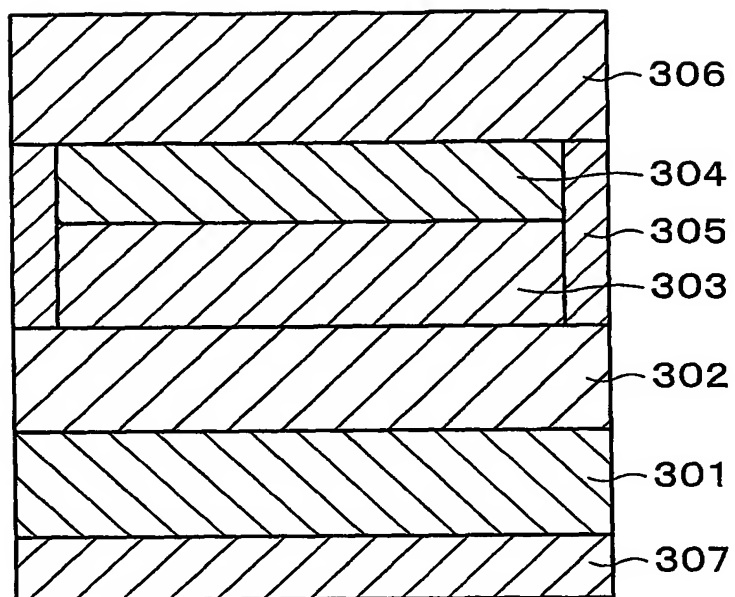


図 36



33/34

図 37 (a)

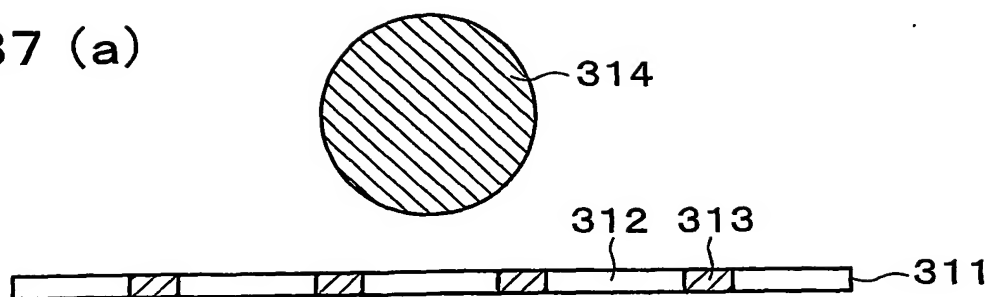


図 37 (b)

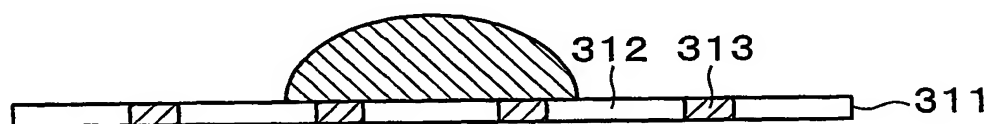
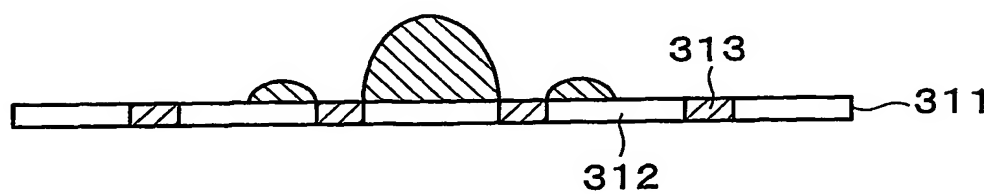


図 37 (c)





34/34

図 38 (a)

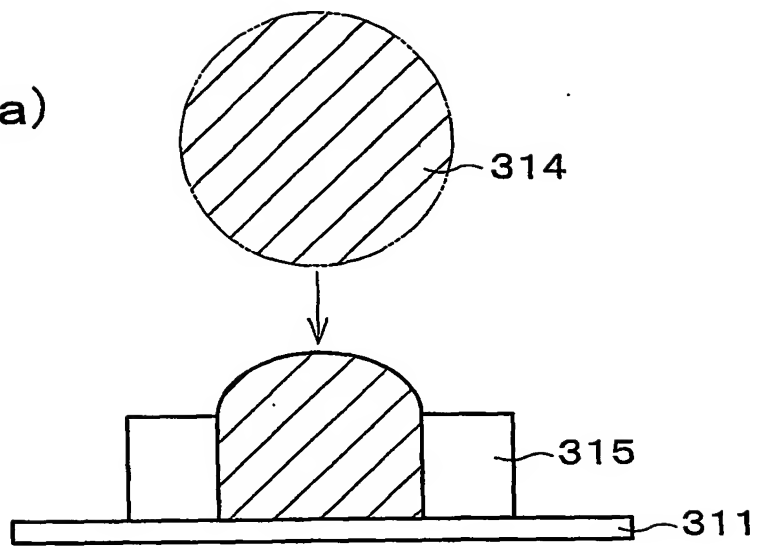


図 38 (b)

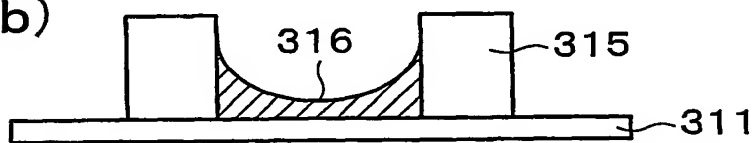


図 39 (a)

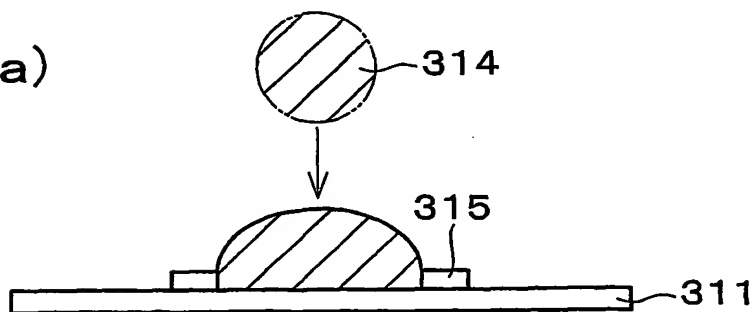
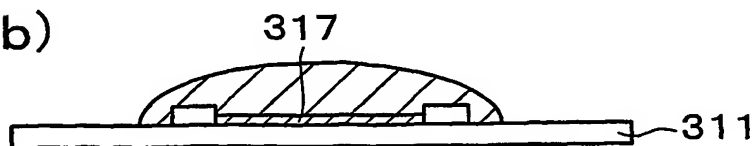


図 39 (b)



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/12124

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.<sup>7</sup> H05B33/10, H05B33/14, G02B5/20, B05D1/26, B41J2/01,  
G02F1/1339

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.<sup>7</sup> H05B33/00-28, G02B5/20, B05D1/26, B41J2/01, G02F1/1339

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-246887 A (Dainippon Printing Co., Ltd.), 12 September, 2000 (12.09.00), & US 6280799 B	1-17, 23-40
A	JP 2002-131529 A (Canon Inc.), 09 May, 2002 (09.05.02), (Family: none)	1-17, 23-40
A	JP 2001-291583 A (Seiko Epson Corp.), 19 October, 2001 (19.10.01), (Family: none)	1-17, 23-40
A	JP 2001-284047 A (Sharp Corp.), 12 October, 2001 (12.10.01), Par. No. [0013] (Family: none)	1-13

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
---	---

Date of the actual completion of the international search  
16 December, 2003 (16.12.03)

Date of mailing of the international search report  
13 January, 2004 (13.01.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/JP03/12124

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 8-212925 A (Mitsubishi Electric Corp.), 20 August, 1996 (20.08.96), Claim 5; Par. Nos. [0035], [0043] (Family: none)	1-17, 23-40
A	JP 2001-83528 A (Canon Inc.), 30 March, 2001 (30.03.01), & EP 1072932 A & US 6501527 B & KR 2001049941 A	14-17, 23-31
A	JP 2002-365424 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 18 December, 2002 (18.12.02), (Family: none)	32-40
A	JP 2001-83528 A (Canon Inc.), 30 March, 2001 (30.03.01), & EP 1072932 A & KR 2001049941 A & US 6501527 B	18-22
A	JP 2000-288451 A (Dainippon Printing Co., Ltd.), 17 October, 2000 (17.10.00), (Family: none)	18-22

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/12124

## Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

## Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The special technical features of the claims are as follows:

Claims 1-17, 23-40

An electrostatic inkjet apparatus is used and a droplet having a volume of 1 pl or less is ejected from a nozzle.

Claims 18-22

A columnar spacer is formed on a substrate through an inkjet system.

Accordingly, there is no special technical feature common to these two groups of claims.

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.  
☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H05B33/10、 H05B33/14、 G02B5/20、 B05D1/26、  
B41J2/01、 G02F1/1339

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H05B33/00-28、 G02B5/20、 B05D1/26、  
B41J2/01、 G02F1/1339

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
日本国公開実用新案公報 1971-2003年  
日本国実用新案登録公報 1996-2003年  
日本国登録実用新案公報 1994-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2000-246887 A (大日本印刷株式会社) 2000.09.12 &US 6280799 B	1-17, 23-40
A	JP 2002-131529 A (キャノン株式会社) 2002.05.09 (ファミリーなし)	1-17, 23-40

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

16.12.03

国際調査報告の発送日

13.01.04

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

今関 雅子

2V

9529

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2001-291583 A (セイコーエプソン株式会社) 2001. 10. 19 (ファミリーなし)	1-17, 23-40
A	JP 2001-284047 A (シャープ株式会社) 2001. 10. 12, 段落番号【0013】 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 8-212925 A (三菱電機株式会社) 1996. 08. 20, 請求項5, 段落番号【0035】, 段落番号【0043】 (ファミリーなし)	1-17, 23-40
A	JP 2001-83528 A (キャノン株式会社) 2001. 03. 30 &EP 1072932 A &US 6501527 B &KR 2001049941 A	14-17, 23-31
A	JP 2002-365424 A (松下電器産業株式会社) 2002. 12. 18 (ファミリーなし)	32-40
A	JP 2001-83528 A (キャノン株式会社) 2001. 03. 30 &EP 1072932 A &KR 2001049941 A &US 6501527 B	18-22
A	JP 2000-288451 A (大日本印刷株式会社) 2000. 10. 17 (ファミリーなし)	18-22

## 第Ⅰ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT 17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

## 第Ⅱ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところこの国際調査機関は認めた。

各請求の範囲の特別な技術的事項は、

請求の範囲 1-17、23-40

静電吸引型インクジェット装置を使用し、ノズルから1滴の量が1pL以下の液滴を吐出すること

請求の範囲 18-22

インクジェット方式により、基板に柱状のスペーサを形成すること

であるから、両者は共通する特別な技術的事項を有するとは認められない。

1. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- ☒ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。